

Análisis de una alternativa fotovoltaica para mejorar la cobertura de energía eléctrica, en el
resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo

Angie Paola Portilla Díaz

Andrés Mauricio Correa Bejarano

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Programa de Especialización en Gestión de Proyectos

Colombia, 2020

Análisis de una alternativa fotovoltaica para mejorar la cobertura de energía eléctrica, en el resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo

Angie Paola Portilla Díaz

Andrés Mauricio Correa Bejarano

Directora

Daniela Rangel

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

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Programa de Especialización en Gestión de Proyectos

Colombia, 2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedicamos a nuestras familias por su apoyo incondicional, y a cada una de las personas que aportaron en nuestra formación no solo profesional, sino personal. Esto es gracias a Dios y a nuestros seres queridos.

Agradecimientos

Queremos agradecer de una manera muy especial a Dios y a nuestras familias por el apoyo y sobre todo la confianza en esta etapa de nuestras vidas. Gracias por la disposición de nuestros docentes, que han hecho posible la realización de este trabajo, en especial a aquellos que siempre nos atendieron con buena disposición y compartieron sus conocimientos.

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del Problema	12
1.1. Formulación del Problema	12
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo General:	13
2.2. Objetivos Específicos:	13
3. Justificación	14
4. Marcos de Referencia	15
4.1. Marco Teórico	15
4.1.1. Energías Renovables en Colombia	15
4.1.2. Proyectos de energías limpias (solar fotovoltaica)	15
4.1.3. Mandatos Regulatorios de Sistemas Renovables	16
4.2. Marco de Antecedentes	17
4.3. Marco Geográfico	19
4.3.1. Vías de Acceso	19
4.4. Marco Histórico	20
4.5. Marco Conceptual	22
4.5.1. Energías Renovables	22
4.5.2. Energía Solar	23
4.5.3. Energía solar fotovoltaica	24
4.5.5. Paneles fotovoltaicos	24
5. Metodología	25
5.1. Diseño Metodológico	25
5.1.1. Recopilación de Información	25
5.1.2. Análisis de Información	25

	6
Fuente: Autoría propia	26
5.2. Población y muestra	26
Fuente: Feedback, 2013	27
5.3. Técnicas e instrumentos de Recolección de información	28
6. Administración del Proyecto	29
6.1. Recursos Humanos	29
6.2 Presupuesto	29
6.3. Cronograma	30
Fuente: Autoría Propia	30
7. Resultados de la Investigación	31
7.1. Determinación de las necesidades Energéticas de las viviendas del Resguardo	31
7.1.1. Apreciación de las necesidades energéticas	31
7.1.2. Cálculo del consumo energético de la comunidad	35
7.2. Selección de la alternativa de sistemas fotovoltaicos	38
7.2.1. Validación de los criterios según el DNP	38
7.2.2. Definición de la alternativa de la investigación	39
7.3. Análisis de la Alternativa fotovoltaica diseñada	43
7.3.1. Definición de EDT de la estrategia	44
7.3.2. Análisis del involucramiento de los Stakeholders	45
7.3.3. Análisis de Costos de la estrategia	48
7.3.4. Normativa Técnica y ambiental de la alternativa	50
7.3.5. Plan de Gestión de Riesgos del Proyecto.	55
8. Conclusiones	60
9. Recomendaciones	61
10. Bibliografía	62
11. Anexo	67

Lista de Tablas

Tabla 1. Actividades de las fases de la Investigación	25
Tabla 2. Valores para el cálculo de la muestra de la investigación	27
Tabla 3. Presupuesto de la Investigación	28
Tabla 4. Cronograma de la investigación	28
Tabla 5. Consumo Energético de la comunidad ZNI	35
Tabla 6. Validación de los criterios de la estrategia según DNP	36
Tabla 7. Especificaciones de los elementos fotovoltaicos para el resguardo Alto Orito	37
Tabla 8. Plan de Acción para la instalación de sistemas fotovoltaicos	41
Tabla 9. Clasificación de los posibles interesados en la estrategia	42
Tabla 10. Matriz del registro de interesados de la estrategia	43
Tabla 11. Presupuesto de la implementación de la estrategia	45
Tabla 12. Costos indirectos de la Alternativa	46
Tabla 13. Normativa Colombiana para SSA.	49

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Localización geográfica del área de estudio	19
Figura 2. Vías de Acceso Resguardo Alto Orito	20
Figura 3. Calentador de la cafetería de la antigua Empresa de Energía de Bogotá (EEB).	21
Figura 4. Zonas no Interconectadas en Colombia	22
Figura 5. Pregunta 1 de la investigación	30
Figura 6. Pregunta 2 de la investigación	31
Figura 7. Pregunta 3 de la investigación	31
Figura 8. Pregunta 4 de la investigación	32
Figura 9. Pregunta 5 de la investigación	32
Figura 10. Pregunta 6 de la investigación	33
Figura 11. Pregunta 7 de la investigación	34
Figura 12. Pregunta 8 de la investigación	34
Figura 13. Pregunta 9 de la investigación	34
Figura 14. Pregunta 10 de la investigación	34
Figura 15. Pregunta 11 de la investigación	35
Figura 16. Diseño del Sistema FV de la alternativa del proyecto	40
Figura 17. Matriz de análisis de los interesados según influencia e interés	43
Figura 18. Concepto del ANLA sobre la alternativa	48

Resumen

Esta propuesta fue diseñada para mejorar la cobertura de energía eléctrica en el resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo, estableciendo parámetros técnicos y económicos que permitan su posterior ejecución, teniendo en cuenta que este tipo de proyecto va encaminado al cumplimiento de requisitos regulatorios del Departamento Nacional de Planeación-DNP, y el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022), que buscan aumentar la capacidad de generar energías limpias.

Esta investigación determinó mediante información secundaria y una encuesta a 42 familias de Orito, que la demanda energética máxima posible es de 2256 W, proyectados a los aparatos y equipos de consumo energético por día. Esto permitió seleccionar un modelo del sistema fotovoltaico, compuesto por 2 paneles solares de 375W, 2 baterías de 12 V-98Ah, 1 regulador de 12V-10A y un inversor de 300W-12V.

Por otro lado, se realizó un análisis de los riesgos, costos, impactos ambientales, e involucramiento de los interesados, en la ejecución del proyecto y que sea financiado por el gobierno local. Finalmente, según el DNP, la zona de estudio cumple con los criterios básicos para la implementación de este tipo de proyectos, para lo cual esta investigación tiene un peso importante en su futura formulación y ejecución.

Palabras Clave:

Sistema fotovoltaico, energía limpia, demanda energética, radiación solar, Zona No interconectada-ZNI

Abstract

This proposal was designed to improve electrical energy coverage in the Alto Orito indigenous reservation, in the municipality of Orito-Putumayo, establishing technical and economic parameters that allow its subsequent execution, bearing in mind that this type of project is aimed at fulfilling requirements regulations of the National Planning Department-DNP, and the National Development Plan (2018-2022), which seek to increase the capacity to generate clean energy.

This investigation determined, using secondary information and a survey of 42 families in Orito, that the maximum possible energy demand is 2256 W, projected to energy-consuming appliances and equipment per day. This allowed selecting a model of the photovoltaic system, consisting of 2 375W solar panels, 2 12V-98Ah batteries, 1 12V-10A regulator and a 300W-12V inverter.

On the other hand, an analysis of the risks, costs, environmental impacts, and stakeholder involvement was carried out in the execution of the project and that it be financed by the local government. Finally, according to the DNP, the study area meets the basic criteria for the implementation of this type of project, for which this research has an important weight in its future formulation and execution.

Keywords:

Photovoltaic system, clean energy, energy demand, solar radiation, Non-interconnected Zone-ZNI

Introducción

Según, la complejidad en el territorio amazónico, que se encuentra limitado por la deficiente conectividad energética, tiene zonas no interconectadas- ZNI, lo cual se ha convertido en un problema poco atendido por el estado (Escobar, 2013). Estas zonas ocupan el 42% del territorio nacional, donde el resguardo indígena Alto Orito del municipio de Orito-Putumayo, es una de ellas, la cual no cuenta con alternativas energéticas eficientes.

Por ende, se ve la necesidad de contar con infraestructura física que garantice el fluido eléctrico las 24 horas y mejorar la calidad de vida de la población. Además, este tipo de proyecto va encaminado al cumplimiento de requisitos regulatorios del Departamento de Planeación Departamental, y el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022), los cuales buscan aumentar la capacidad de generar energías limpias y garantizar el acceso a servicios públicos en población rural dispersa.

Finalmente, esta investigación servirá como modelo para otras ZNI del país, teniendo en cuenta que con la planificación de análisis de riesgos, costos, impactos ambientales e involucramiento de los stakeholders y con la identificación de la alternativa más adecuada de sistemas fotovoltaicos, puede facilitar la formulación de proyectos relacionados con energías limpias y que sea financiado por el gobierno local, permitiendo el cambio de vida de la población vulnerable.

1. Planteamiento del Problema

En el país existen 470.000 viviendas sin servicio eléctrico pertenecientes a las ZNI, que afecta la calidad de vida de estas familias (Sáenz, 2017). El resguardo indígena Alto Orito, que hace parte de las 40 ZNI del departamento del Putumayo, que cuentan con alternativas poco eficientes y contaminantes, para solventar sus necesidades energéticas.

Esta comunidad no ha implementado metodologías para la selección de alternativas fotovoltaicas adecuadas, existe un desconocimiento del uso de alternativas renovables y carece de información de los requerimientos energéticos; usando sistemas deficientes (plantas que funcionan con gasolina), provocando contaminación ambiental. Además, no se han implementado proyectos para mejorar la electrificación, por desarticulación de los lineamientos nacionales estratégicos con los locales y la falta de análisis de costos e involucramiento de los interesados en proyectos similares.

Además, la falta de investigaciones previas para el desarrollo de proyectos de soluciones fotovoltaicos-FV en el municipio de Orito, por ser una zona de difícil acceso, complica el esfuerzo de llegar con la electrificación a estas comunidades, provocando una baja calidad de vida en los habitantes (Ministerio del Interior, 2016).

1.1. Formulación del Problema

En base al planteamiento del problema anterior, se formuló la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuál es la estrategia fotovoltaica más adecuada que mejore el acceso de energía eléctrica en la población del resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo?*

2. Objetivos

2.1. Objetivo General:

Analizar una alternativa fotovoltaica para mejorar la cobertura de energía eléctrica en el resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo.

2.2. Objetivos Específicos:

- Describir las necesidades energéticas de las viviendas del resguardo indígena Alto Orito.
- Identificar una alternativa de sistemas fotovoltaicos según las necesidades energéticas del resguardo indígena Alto Orito.
- Examinar la alternativa fotovoltaica, en términos de costos, riesgos, impactos ambientales, e involucramiento de los stakeholders.

3. Justificación

La complejidad en el territorio amazónico, limitada por la deficiente conectividad energética, es un problema poco atendido por el estado, en el que no se cuenta con alternativas eficientes (Escobar, 2013). Por ende, esta investigación se vuelve importante para dar claridad en la toma de decisiones, frente a la inversión pública de proyectos que garantice el fluido eléctrico las 24 horas, para mejorar las condiciones de vida del resguardo indígena Alto Orito.

Por otro lado, los proyectos relacionados con la implementación de un sistema que genere este tipo de energía, están encaminados al cumplimiento de requisitos regulatorios del Departamento de Planeación Nacional- DNP, y el Plan Nacional de Desarrollo de Colombia (2018-2022), lo cual se busca aumentar la capacidad de generar energías limpias y garantizar el acceso a servicios públicos en tipos de población rural como lo es este resguardo indígena. Además, da cumplimiento al objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible- ODS, relacionado con energía asequible y no contaminante, que reduce las emisiones de CO₂ por combustibles fósiles.

De esta manera, la presente investigación es necesaria ya que identifica una estrategia y lineamientos, para incentivar la ejecución de un proyecto encaminado a la implementación de un sistema FV, financiado con recursos públicos, que pueda suplir el déficit de energía eléctrica presente en el esta comunidad.

4. Marcos de Referencia

4.1. Marco Teórico

4.1.1. Energías Renovables en Colombia

El país tiene una gran riqueza de fuentes renovables no convencionales, como el sol y el viento que pueden ser aprovechados para la generación de energía limpia. UPME (2015) afirma: “Colombia es un país que goza de una matriz energética relativamente rica tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables” (p. 24). Aunque se presenta un creciente interés por el desarrollo y utilización de estas fuentes, particularmente en la energía solar, no se están aprovechando adecuadamente. Esto requiere un compromiso estatal para lograr una planificación efectiva para la utilización de energías limpias.

En este sentido, hay tres aspectos en los que el estado debería orientar el desarrollo de las fuentes de energía renovable- FER, de las cuales se destaca su importancia para reducir el impacto ambiental del uso de los combustibles fósiles (Rodríguez, 2009). De esta manera se establece que las FER pueden jugar un papel importante en el suministro de energía en zonas remotas y aisladas; como lo son las ZNI de Colombia, que presentan carencias de un servicio energía eléctrica confiable en la zona rural.

4.1.2. Proyectos de energías limpias (solar fotovoltaica)

Burneo, Delgado, y Vérez (2016) afirman que este es un estudio en el que se define lo que es necesario hacer para resolver una necesidad propuesta por un cliente y donde se manejan las cifras directivas del proyecto. Así, Burneo et al. (2016) refieren que, con este tipo de estudio de viabilidad, se planifican las acciones para desarrollar su ejecución y el fin

del proceso como paso previo donde el propósito es proveer de información técnica, ambiental, económica y social para la toma de decisiones.

La International Energy Agency (IEA, s.f) en su última proyección, estima que al 2040, la producción energética estará distribuida en cuatro cuartas partes: petróleo, gas, carbón y renovables. Su factibilidad está anclada en el parque energético actual, que no es fácil de cambiar. Como se evidencia, abordar las energías renovables en el mundo es costoso, de ahí la necesidad generar estrategias para la implementación de alternativas de energía renovables en ZNI de Colombia contribuyendo al plan energético nacional de Colombia 2020-2050.

4.1.3. Mandatos Regulatorios de Sistemas Renovables

Zapata, Zuluaga, y Dyner, (2005), establecen que para las fuentes de generación de energías alternativas se debe diseñar regulaciones legales que los gobiernos deben fomentar en la generación y el uso de FER, por medio de políticas que impulsen los procesos de sostenibilidad ambiental, para propiciar la inversión en generación de energía a través de fuentes renovables en Colombia.

Por otro lado, se deben emplear mecanismos indirectos (Créditos blandos, certificados y exenciones en impuestos, entre otros) para proporcionar elementos necesarios para la implementar mandatos regulatorios e incentivos a las energías renovables. Además, que estén estipulados en los planes territoriales y priorizados proyectos de inversión social como la instalación de paneles solares en las ZNI.

4.1.4. Paneles Solares en Colombia

Los paneles solares están constituidos por celdas fotovoltaicas, para de manera eficiente, transformar la radiación solar en energía eléctrica (Arencibia, 2016). Es decir, esta tecnología se basa en dispositivos para capturar la energía solar y hacer uso de este recurso renovable para el beneficio de comunidades sin electrificación, las cuales son más de 500 mil familias, que no cuentan con el servicio de energía en el país.

Finalmente, las soluciones fotovoltaicas como lo es el uso de paneles solares, contribuyen a cerrar brechas de acceso, en especial, en las zonas más apartadas; teniendo en cuenta la obligación del gobierno en llevar energía eléctrica, donde el Ministerio de Minas, hizo público el decreto que reglamenta la introducción de las energías renovables el país (Economía y Negocios 2018).

De esta manera, las fuentes de energía solar fotovoltaica pueden generar equidad en Colombia, con el desarrollo adecuado de un modelo flexible de iluminación, que tenga beneficios tributarios e incentivos por la utilización de energías limpias.

En general, Colombia tiene un buen potencial energético solar en todo el territorio, con un promedio diario multianual cercano a 4,5 kWh/m² (destacándose la península de La Guajira, con un valor promedio de 6,0 kWh/m² y la Orinoquia, con un valor un poco menor), propicio para un adecuado aprovechamiento (UPME, 2005).

De esta manera, Colombia es un país con un enorme potencial para desarrollar alternativas de energías renovables no convencionales partiendo de la radiación solar como lo es la producción de energía con paneles fotovoltaicos.

4.2. Marco de Antecedentes

Sabiendo que el propósito del proyecto de investigación es definir una alternativa para suplir las necesidades energéticas de la población objeto, se debe analizar la viabilidad de la instalación de paneles solares, que mejoren las condiciones en las que viven esta población por el déficit de energía eléctrica.

Por ende, se tomó como referencia la investigación de Sancho, (2019), titulada: Estudio y diseño para la instalación de paneles solares para ACS en el Hospital de Enfermos Crónicos Doctor Moliner de Serra; donde se resalta la importancia de llevar a cabo proyectos relacionados con sistemas FV en comunidad vulnerable, y más si es con población indígena,

ya que ayuda en la toma de decisiones para la ejecución de determinados proyectos de inversión social.

De esta manera, el objetivo de esta investigación es brindar un procedimiento para el desarrollo de una estrategia para la implementación de proyecto como la dotación de sistemas FV en zona de estudio. Además, con este análisis se diseña y se busca la exactitud de los datos, teniendo en cuenta que la energía solar es la madre de todas las energías renovables, que constituye al desarrollo sostenible en sus vertientes económica, social y medioambiental de una comunidad (Scarpellini y Aranda, 2009).

Cabe resaltar la importancia de implementar este tipo de investigación, la cual presenta beneficios ambientales y financieros que se obtendrían al implementar el sistema de energía solar. Duarte (2017) afirma que esto “genera un diagnóstico de las condiciones energéticas, meteorológicas y financieras necesarias para la implementación del sistema.” (p. 22). Todo esto, facilita la toma de decisiones frente a la ejecución de proyectos de inversión pública que van a beneficiar grandemente a la comunidad.

Por eso se puede considerar a la energía solar fotovoltaica una oportunidad para beneficiar de manera competitiva a las zonas rurales de Colombia, que presentan dificultades de conectividad, con la implementación y extensión de pequeños sistemas de autogeneración de energía, a pequeña escala, que sean fáciles de instalar.

Uno de los principales desafíos para el desarrollo, es cerrar la brecha de acceso a la energía eléctrica en Colombia con el uso de las energías renovables para promover la equidad. El Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2019) afirma “Colombia es uno de los países con la matriz de generación más limpia del mundo, razón por la cual el país contribuye únicamente con el 0,46% del total de emisiones a nivel mundial” (p. 19).

Por ende, es necesario adelantar esfuerzos en términos de estructura del sistema y el mercado eléctrico; inclusión de nuevas tecnologías como lo son los paneles solares en las ZNI del país.

4.3. Marco Geográfico

El resguardo indígena Alto Orito, es reconocido mediante resolución colombiana No.019 del 2005 como etnia Embera Chamí, y se encuentra ubicado en el municipio de Orito, en el departamento de Putumayo; donde habitan más de 200 personas, y se caracteriza por tener una gran riqueza hídrica, con una altura de 479 msnm a una radiación entre 3,0 a 3,5 Kw/m², presentando días cálidos, lo cual es beneficioso para la implementación del sistema fotovoltaico (Mininterior, 2015).

Por otro lado, el resguardo se encuentra en las coordenadas N 0°42'15.89" y O 76°58'9.56", colindando con el Parque Nacional Orito Ingi- Ande (Figura 1). Por otro lado, las autoridades locales manifiestan que el resguardo cuenta con 15 mil hectáreas de terreno ocupados por sus antecesores.



Figura 1. Localización geográfica del área de estudio

4.3.1. Vías de Acceso

El trayecto se puede hacer mediante vehículo o moto, desplazándose de Orito a la vereda Monserrate, hasta el salón comunal de Río Blanco, cuya duración del trayecto es

aproximadamente de 30 minutos. Consecutivamente, como se ve en la figura 2, hay que proseguir a pie por una trocha y el tiempo aproximado para arribar a la comunidad es de 3 horas (Mininterior, 2015).

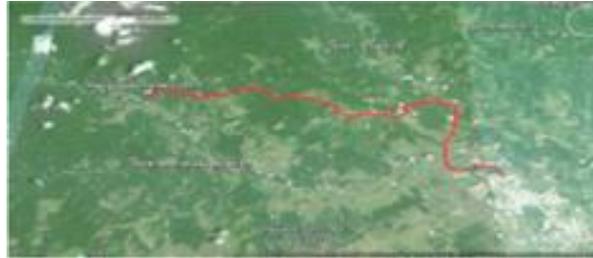


Figura 2. Vías de Acceso Resguardo Alto Orito

4.4. Marco Histórico

El Resguardo tiene alrededor de 190 sitios sagrados como la Marimosa, donde las Familias del resguardo suelen tener su propio cultivo en cercanías de su hogar, como chiro, cacao, plátano, maíz y potreros para el ganado; pero actualmente se realizan fumigaciones de glifosato en el Parque Nacional Ingi Ande y alrededores del resguardo cuyo fin es la de eliminar los cultivos ilícitos (Mininterior, 2015).

La energía renovable más difundida en Colombia son el calentamiento del agua para su uso doméstico e industrial y la generación de electricidad en pequeñas escalas. El desarrollo de energía solar en Colombia data de mediados del siglo pasado cuando en la ciudad de Santa Marta fueron instalados calentadores solares en las casas de los empleados de la bananera.

Rodríguez (2009) En la Universidad Industrial de Santander se instaló 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).



Figura 3. Calentador de la cafetería de la antigua Empresa de Energía de Bogotá (EEB).

Históricamente, en el año 2011 la cobertura del servicio de energía eléctrica en Colombia cubría 11.722.128 de usuarios; de los cuales 11.229.000 contaban con servicio de energía eléctrica (equivalentes al 95,8%). De este 95,8% de usuarios con servicio de energía, el 94,3% de los mismos (11.048.335) se encuentran conectados al SIN. El 1,5 de los usuarios (180.665) actualmente reciben el servicio de energía eléctrica sin hacer parte del SIN, esto de acuerdo a sus características propias de aislamiento geográfico y de restricciones ambientales, sociales y de infraestructura (transporte y comunicación) (UPME, 2015).

En Colombia las zonas correspondientes a las ZNI son importantes lugares con alto potencial de aporte al desarrollo de las economías locales y de la economía del país. Siendo necesario facilitar el acceso a los servicios públicos en los hogares, esencialmente de la energía eléctrica, debido a su alto potencial de desarrollo socio-económico de dichas localidades.

continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la luna” (p.16). Además, cuando se habla de energías renovables, se está hablando de soluciones energéticas brindadas por recursos naturales que son capaces de renovarse ilimitadamente. De esta manera, se puede definir como energías limpias que no contaminan el medio ambiente, basadas en la utilización de recursos naturales como el sol, el viento, el agua, etc.

Finalmente, cuando se habla de energías renovables, se refiere a las energías limpias que provienen de recursos naturales de fuentes inagotables, es decir, que no contaminan el medio ambiente. Foster y Elzinga (s.f) afirman que los Estados Miembros de las Naciones Unidas que todavía dependen en gran medida de los combustibles fósiles podrán participar en iniciativas mundiales encaminadas a reducir las consecuencias del cambio climático, en lugar de simplemente contribuir al problema

4.5.2. Energía Solar

Para Rodríguez, (2009) la energía solar es una fuente de energía que tiene varias importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, también presenta varias dificultades. Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución.

Por ende, la energía solar es obtenida a partir de la radiación solar y utilizada para usos térmicos mediante colectores o para generar electricidad con paneles fotovoltaicos, donde en el país se cuenta con condiciones meteorológicas que nos beneficia con este recurso natural donde en la mayoría de las regiones son propicias para aprovechar esta energía renovable. Por otro lado, Celsia (s.f.) establece que la energía solar tiene cada vez más adeptos para la generación de energía eléctrica por sistemas fotovoltaicos.

4.5.3. Energía solar fotovoltaica

Es una fuente de energía renovable que se manifiesta mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) a lo largo de un conductor. Fuente alternativa de energía emitida por el sol, que se extiende en todas las direcciones a través del espacio mediante radiaciones electromagnéticas.

Según el DNP (2020), en uno de los cursos de crecimiento verde dictados de manera virtual a los colombianos, la irradiación solar promedio diaria es de 4,5 kWh/m², lo que significa un gran potencial de FNCER en Colombia, donde la capacidad efectiva neta de energía solar es de 9,80 MW.

Lamentablemente, las FER solo representan el 2% de la matriz eléctrica nacional, por ende, es necesario apalancar proyectos que conlleven a aumentar la capacidad instalada de fuentes no convencionales de energía renovable- FNCER.

4.5.5. Paneles fotovoltaicos

Llamados comúnmente paneles solares o placas solares, son dispositivos que están formados por un conjunto de células solares que convierten la luz en electricidad.

5. Metodología

5.1. Diseño Metodológico

Esta investigación es de tipo exploratorio con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) planteado por Sampieri, Fernández y Baptista (2014), que permitió formular una alternativa fotovoltaica que mejore el acceso a la energía eléctrica en el resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo. Finalmente, el nivel de investigación básica profesional. El diseño metodológico utilizado en la investigación describe dos etapas:

5.1.1. Recopilación de Información

Se hizo una recopilación de información secundaria de fuentes de bases de datos proporcionados por la universidad, tales como: E-Book, Elton B Stephens Company-EBSCO, ProQuest, Scielo, entre otras. Además, se tomó en cuenta documentos como el Plan organizativo del resguardo Alto Orito, y la guía Versión No 1. Llamada: *Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas* del DNP, 2016.

5.1.2. Análisis de Información

Se realizó el análisis y discusión de información secundaria, iniciando con la identificación y descripción de aspectos generales del resguardo indígena Alto Orito y de la alternativa de solución. El análisis de la investigación se desarrolló en 4 fases, las cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1.

Actividades de las fases de la Investigación

Diseño de una estrategia para incrementar la cobertura de energía eléctrica, en la Zona No Interconectada- ZNI, del resguardo indígena Alto Orito, del municipio de Orito-Putumayo

FASE	ACTIVIDADES
1. Conocimiento Inicial	1. Recolección de Información Secundaria 2. Delimitación del problema y la zona de estudio 3. Aplicación de la encuesta en modo virtual
2. Diseño de la Estrategia	1. Obtención de datos del consumo energético del resguardo 2. Realizar mediciones técnicas del consumo energético 3. Definir los criterios de implementación de sistemas FV- Según DNP. 4. Validar los criterios con los datos del resguardo 5. Selección de la alternativa SSA. (dibujo y ubicación)
3. Proceso de Análisis	1. Definición de las actividades para la implementación de la alternativa FV 2. Estimar costos de los equipos FV y logística 3. Analizar el involucramiento de los interesados
4. Gestión y cierre	1. Revisión de la normatividad técnica y ambiental de la alternativa 2. Elaborar el plan de gestión de Riesgos 3. Formulación de recomendaciones finales

Fuente: Autoría propia

5.2. Población y muestra

Teniendo en cuenta que el resguardo indígena Alto Orito, es una zona de difícil acceso, y que además en estos momentos se presenta una situación mundial de pandemia COVID-19, no fue posible su evaluación directa; se determinó la población y muestra de la investigación, a partir de un grupo de estudio con características similares del resguardo, lo que facilitó realizar las entrevistas y posterior análisis de la información.

Para obtener la muestra representativa, se utilizó la fórmula para determinar poblaciones finitas y luego se realizó una selección aleatoria, con el objetivo de describir con cierta precisión las distribuciones y los valores de las diferentes características de la población afectadas, por la falta de interconexión eléctrica en sus viviendas.

De esta manera, para determinar la muestra de la población finita, se orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra con la siguiente fórmula, donde el cálculo se realizó mediante los datos descritos en la tabla 2.

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

Tabla 2.

Valores para el cálculo de la muestra de la investigación

Variable	Descripción	Valor utilizado
n	Representa el tamaño de muestra	50
k	Representa el nivel de confianza	1,65
e	Constituye el error de muestreo. Normalmente este valor oscila entre 1 a 5%	5%
p	Es la probabilidad a favor	0,5
q	Es la probabilidad en contra	0,5
N	Es el tamaño total de la población.	42

Fuente: Feedback, 2013

Finalmente, gracias a la fórmula anterior, se determinó que 42 Viviendas, es la muestra a encuestar para alcanzar un nivel de confianza del 90%, con un error máximo de estimación del 5%.

5.3. Técnicas e instrumentos de Recolección de información

Para esta investigación se realizó una encuesta como instrumento de recolección de información, aplicada a familias de la ruralidad del municipio de Orito, con características similares a la población de estudio, en donde prevalece la baja cobertura de energía eléctrica por ser ZNI.

La encuesta es una técnica de investigación social de más extendido uso que ha trascendido en el ámbito estricto de la investigación científica, con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población (López y Fachelli, 2015).

De esta manera, el cuestionario se implementó por medio de un formulario de Google que facilitó la posterior interpretación de los resultados de la investigación, para conocer aspectos técnicos que permita determinar el consumo energético de esta población; además, conocer la percepción de la comunidad afectada, frente a la formulación de una estrategia de solución de energía renovable fotovoltaica.

6. Administración del Proyecto

6.1. Recursos Humanos

Los recursos humanos los conforman las comunidades beneficiarias de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica, con su participación en procesos como el montaje de dichos sistemas, especialistas en gestión de proyectos, ingeniero electrónico, técnico o auxiliar y directores de planeación territorial.

6.2 Presupuesto

Tabla 3.

Presupuesto de la Investigación

Recursos Necesarios para el Proyecto de Investigación

	Recurso	Descripción	Presupuesto (\$)
1.	Equipo Humano	Líder del proyecto-Dinamizador del proceso	0
2.	Equipos y Software	PC - Línea Celular-ERP-Autocad-internet	2.500.000
3.	Viajes y Salidas de Campo	Transporte y viáticos para diligencias de solicitudes de información	100.000
4.	Materiales y suministros	Suministro de Papelería y Dotación	50.000
5.	Bibliografía	Sitios Web y páginas oficiales	0
TOTAL			2.650.000

Fuente: Autoría Propia

6.3. Cronograma

Tabla 4

Cronograma de la investigación

CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8
FASE	ACTIVIDAD								
Conoci miento Inicial	Recolección de Información Secundaria								
	Delimitación del problema y la zona de estudio								
	Aplicación una encuesta o entrevista directa								
Diseño de la Estrateg ia	Obtención de datos del consumo energético								
	Realizar mediciones técnicas del consumo energético								
	Definir los criterios de implementación de sistemas FV- Según DNP								
	Validar los criterios con los datos del resguardo								
Proceso de análisis	Selección de la alternativa								
	Definición del plan de acción para la implementación de la solución FV								
	Estimar costos de los equipos FV y logística								
	Analizar el involucramiento de los interesados								
Gestión y cierre	Revisión de la normatividad técnica y Ambiental de la estrategia								
	Elaborar el plan de gestión de Riesgos								
	Formulación de recomendaciones finales								

Fuente: Autoría Propia

7. Resultados de la Investigación

7.1. Determinación de las necesidades Energéticas de las viviendas del Resguardo

7.1.1. Apreciación de las necesidades energéticas

Teniendo en cuenta que el municipio de Orito salvaguarda aspectos ambientales y socioeconómicas similares alrededor de toda su jurisdicción, se permitió aplicar una encuesta a 42 familias, para acercarse a la apreciación que tiene la comunidad objeto de esta investigación, de aspectos sociales y técnicos, en el marco de la energía solar fotovoltaica como energía renovable para suplir necesidades de la comunidad.

De la misma manera, se obtuvo resultados técnicos, para finalmente determinar el consumo energético promedio de la ZNI del resguardo indígena Alto Orito. Los resultados se muestran por preguntas de la encuesta.

- Pregunta 1. ¿Cómo considera la cobertura de energía eléctrica en su comunidad?

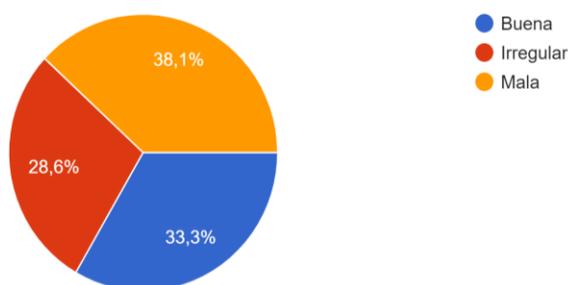


Figura 5. Pregunta 1 de la investigación

El 66.7% de los encuestados consideran que la cobertura de energía eléctrica es deficiente (irregular y mala), lo que profundiza la problemática de las ZNI, y en este caso del municipio de Orito. Con esto, se puede evidenciar que la situación en zonas rurales es más grande, como lo que se presenta en resguardo indígena, en donde se usa sistemas irregulares (planta que funciona con gasolina), deteriorando el ambiente natural y disminuyendo la calidad de vida de sus habitantes.

- Pregunta 2. ¿Tiene conocimiento sobre los sistemas de energía fotovoltaica que funcionan con paneles solares?

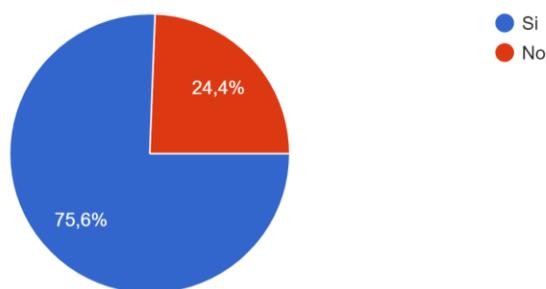


Figura 6. Pregunta 2 de la investigación

La opción de utilizar sistemas fotovoltaicos en el municipio podría ser favorable, ya que el 75,6% de los encuestados respondieron que tienen conocimiento de este sistema que se maneja con paneles solares individuales.

- Pregunta 3. ¿Cuál cree que sería el sistema de generación de energía eléctrica más favorable para su comunidad? (según aspectos ambientales, económicos y sociales)

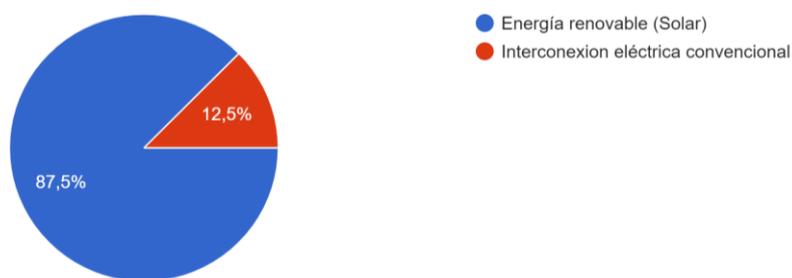


Figura 7. Pregunta 3 de la investigación

El 87,5% de los encuestados considera que el sistema de generación de energía eléctrica más favorable para el municipio (incluido el resguardo indígena Alto Orito), es el sistema de energía renovable por medio de paneles solares, ya que se maneja un déficit en la cobertura de energía para la electrificación necesaria de todo el municipio.

- Pregunta 4. ¿Cree que el acceso a la energía eléctrica las 24 horas al día mejora su calidad de vida?

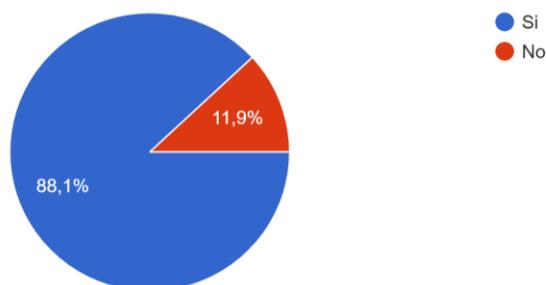


Figura 8. Pregunta 4 de la investigación

En cuanto a la percepción de los beneficios de tener energía eléctrica las 24 horas del día, el 88,1% de la comunidad respondió que sí, lo que reitera la necesidad de mejorar el déficit energético de Orito y toda su jurisdicción, incluida la zona rural, la cual es la más afectada por este problema.

- Pregunta 5. ¿Considera conveniente la utilización de la energía solar, por medio de paneles solares en su finca u hogar?

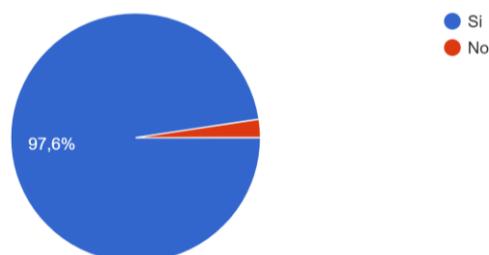


Figura 9. Pregunta 5 de la investigación

En cuanto a la conveniencia de la utilización de energía eléctrica, por medio de la brindada directamente del sol, la cual es una fuente renovable, el 97,6% de los encuestados respondieron afirmativamente.

- Pregunta 6. ¿Cómo consideraría un proyecto de instalación de la energía solar, por medio de paneles solares en los hogares de su comunidad?

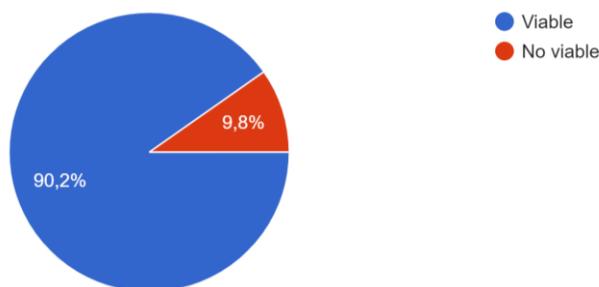


Figura 10. Pregunta 6 de la investigación

Finalmente, si pensara en ejecutar un proyecto de instalación de paneles solares dentro del municipio o zonas rurales del mismo, el 90,2% de los encuestados tienen una tendencia viable a esta solución.

7.1.2. Cálculo del consumo energético de la comunidad

Aunque algunos investigadores como Necefer, Wong, Jaramillo, y Small (2015) han estudiado las necesidades de electricidad de las comunidades indígenas rurales, se ve la necesidad de un mayor número de investigaciones para entender los hábitos de consumo de electricidad de este tipo de población. Por otro lado, las comunidades rurales sin electricidad y entre ellas las poblaciones indígenas, presentan un consumo energético muy diferente a la población convencional (Ojeda, Candelo, y Santander, 2017).

Por ende, a pesar de la falta de estudios relacionados con este tipo de población, se obtuvo resultados generales y aplicados a la ZNI, gracias a la encuesta, revisión de información y a una propuesta de sistemas fotovoltaicos para viviendas rurales de la empresa Supply SAS de Bogota, con el fin de determinar el consumo energético aproximado del resguardo indígena Alto Orito. Las preguntas de la encuesta utilizadas son:

- Pregunta 7. ¿Cuántos puntos de iluminación cree que necesitaría o tiene en su hogar?

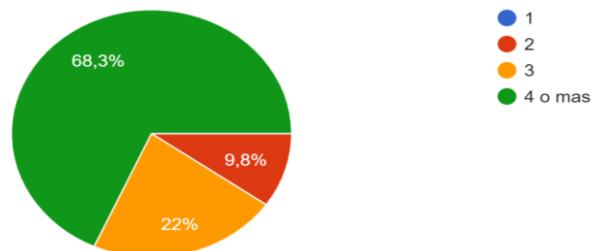


Figura 11. Pregunta 7 de la investigación

- Pregunta 8. ¿Con cuáles de los siguientes aparatos y equipos electrónicos cuenta en su hogar?

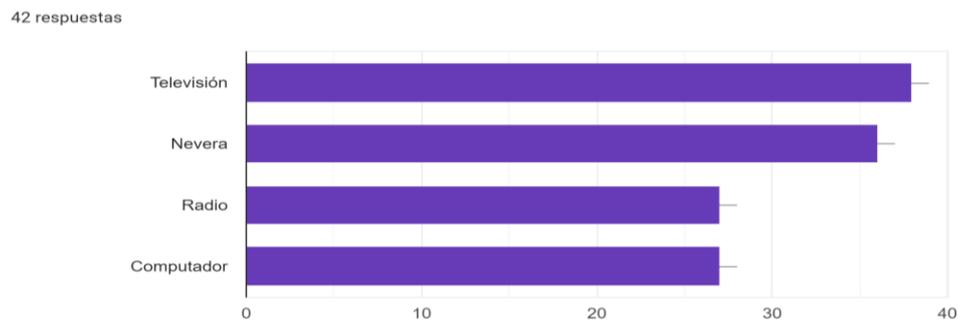


Figura 12. Pregunta 8 de la investigación

- Pregunta 9. ¿Cuántos celulares posee los integrantes de su hogar aproximadamente?

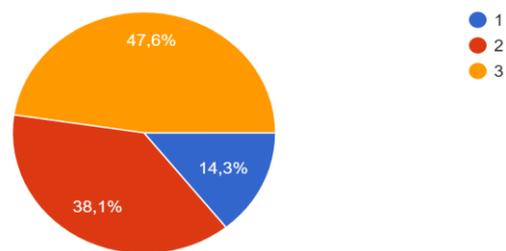


Figura 13. Pregunta 9 de la investigación

- Pregunta 10. ¿Aproximadamente cuántas horas al día usa las luces en su hogar?

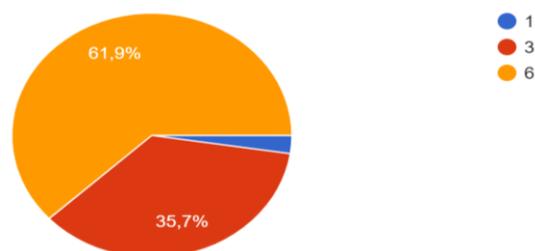


Figura 14. Pregunta 10 de la investigación

Pregunta 11. ¿Aproximadamente Cuántas horas al día usa el televisor?

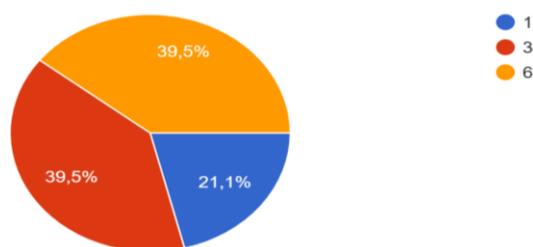


Figura 15. Pregunta 11 de la investigación

De los resultados obtenidos e información consultada, se determinó la demanda energética, necesaria para diseñar la estrategia de la investigación, que dé respuesta a la problemática del déficit energético, por medio del cálculo de los equipos y las horas de uso de los mismos, como se ve en la tabla 5.

Tabla 5.

Consumo Energético de la comunidad ZNI

Análisis del consumo de aparatos y equipos

Aparato	Cantidad	Potencia (kW)	Horas de Uso	Total (kW/h)	TOTAL W/h
Televisor	1	0.060	2	0.120	120
Nevera	1	0.087	24	2.088	2088
Luces	4	0.010	6	0.24	240
Celulares	2	0.002	2	0.008	8
Total de Energía por día				2.256	2256

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se calculó un promedio de 2256 W, proyectados a los aparatos y equipos de consumo energético por día en la zona de estudio, tomando como referencia a una familia con vivienda promedio de 50 m², sala baño y 2 cuartos, con 4 luces, demandando 6 horas, un televisor (no todos lo tienen, pero se incluye en el cálculo), una nevera pequeña de

87 vatios de potencia y 2 celulares en promedio. Aunque la utilización de estos equipos puede variar, lo que se pretende es tomar un consumo estándar en el hogar de estas familias.

7.2. Selección de la alternativa de sistemas fotovoltaicos

7.2.1. Validación de los criterios según el DNP

La guía Versión No 1. llamada: *Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas* del DNP (2016), tiene como objetivo definir el proceso de formulación, teniendo en cuenta el detalle de la demanda y del recurso, sin que esto represente un proceso detallado de cálculos para el diseño, pero que permita la implementación de sistemas ajustados a las necesidades. Por ende, en la tabla 6 se define y validan los criterios de selección de la alternativa, más conveniente para el resguardo.

Tabla 6.

Validación de los criterios de la estrategia según DNP

Criterio	Condición	Descripción	Validación respecto al resguardo
1. Ubicación	Ser ZNI	Se deberá verificar que no se encuentre en planes de interconexión en los próximos 5 años	El resguardo indígena se encuentra dentro de las ZNI del departamento del Putumayo.
2. Dispersión	Distancia entre los hogares a atender	Verificación mediante georreferenciación que los hogares son dispersos	Según el plan organizativo del resguardo indígena (2015), e información secundaria de Google Maps se determina que las viviendas de la ZNI son dispersas
3. Usuarios	#viviendas mínimas para ejecución del proyecto	Se deberá contar con al menos 20 usuarios sin servicio eléctrico	El resguardo cuenta con 50 familias para un total de más de 200 habitantes aproximadamente

4. Recurso	Radiación solar	entre 3,0 a 3,5 Kw/m ²	Según el mapa de radiación, el municipio de Orito tiene una radiación promedio anual de 3,5 Kw/m ² , lo cual es beneficioso para la implementación del sistema fotovoltaico.
5. Piso térmico	Variaciones dependiendo o del piso térmico	Menor a 1000 msnm ó Mayor a 1000 msnm	El Resguardo indígena Alto Orito, de Orito- Putumayo se encuentra a 479 msnm, en las coordenadas N 0°42'15.89" y O 76°58'9.56.

Fuente: Elaboración propia con información secundaria

De la información anterior, se puede determinar que el resguardo indígena Alto Orito, cumple con los criterios básicos para la implementación de este tipo de proyectos, lo que puede significar que esta investigación podría tener un peso importante para la formulación y ejecución de proyectos tipo de suministro de paneles solares en esta ZNI.

7.2.2. Definición de la alternativa de la investigación

En la definición de la alternativa, se determinaron los elementos FV (Tabla 7), revisando la potencia o suministro que pueda necesitar la comunidad, por medio de la demanda energética calculada. Cada uno de los elementos necesarios para este esquema con sus especificaciones se muestra a continuación:

Tabla 7.

Especificaciones de los elementos fotovoltaicos para el resguardo Alto Orito

Equipo Fotovoltaico	Descripción y especificaciones Técnicas	Criterios de Selección de los elementos
Panel solar monocristalino 375w	El rendimiento del Panel Solar 375W Marca Q-CELL SOLAR Monocristalino, supone un gran avance frente a los paneles de 72 células convencionales. Sus datos de producción son: - Voltaje a máxima potencia (VMP): 41.7V - Corriente a máxima potencia (IMP): 9.6A	El tipo y cantidad de paneles solares para la estrategia fueron selecciones, según la disponibilidad de radiación solar, la demanda de energética requerida y las aptitudes del lugar donde de estudio: de la siguiente manera: -La demanda calculada es de: 2256W - Rendimiento del Panel: 375W - Disponibilidad de horas de sol más efectivas: 4 horas de 12 a 3pm



- Voltaje en circuito abierto (VOC): 49.8V
- Corriente en cortocircuito (ISC): 10.36A
- Eficiencia del módulo: 20.17%

Según Autosolar, (2020), el tipo de panel solar propuesto para esta estrategia, es en material monocristalino, ya que son los más resistentes y con excelentes características técnicas para climas que habitualmente tienen nubes, tormentas y con temperaturas máximas; como en el resguardo Alto Orito

Donde: $375W \times 4 \text{ horas} = 1500W/h$ por panel solar.
 -La demanda $= 2256W / 1500W = 1,504W$, donde se requieren 2 panel solar para suplir la demanda energética y no sobredimensionar el proyecto.

Regulador 12V/24V 10A PWM Must solar



Regulador PWM del fabricante Must Solar, cuenta con identificación automática del nivel de voltaje del sistema, modo de carga inteligente PWM y protección de carga. Además, cuenta con varios algoritmos de carga en función de la tecnología de la batería; e incorporan una pantalla LCD desde la que se puede visualizar los siguientes parámetros:

- Estado general de funcionamiento.
- Voltaje de batería y estimación del SOC (barra de carga).
- Intensidad entrante en A desde paneles.
- Intensidad saliente en A hacia consumo en corriente continua.
- Temperatura mediante el sensor integrado

Por otro lado, este regulador está preparado para poderse utilizar en instalaciones solares de pequeño tamaño tanto de 12 como de 24V; y tiene una pantalla LCD que permite visualizar y controlar todos los parámetros de la instalación solar.

Teniendo en cuenta que el regulador de carga es el encargado de controlar la entrada de energía generada por los paneles solares a las baterías, evitando una sobrecarga al sistema, se seleccionó una unidad, de acuerdo a la carga de tensión ya que se trabajará con un panel solar de 72 células convencional y masificará el rendimiento de los paneles solares y el regulador saca una mayor intensidad de corriente de carga para cargar las baterías.

Batería Gel 12V 98Ah Ultracell UCG-98-12



Se propone una Batería de marca Ultracell UCG-98-12 en GEL, con dimensiones de 306 x 170 x 208, capacidad en C100: 98Ah, terminal de tipo F6 para tornillo, un voltaje límite absoluto con batería descargada: 10,8V y tecnología GEL con ácido mezclado con polvo de sílice. La Batería GEL 12V 98Ah Ultracell UCG-98-12 es de tamaño compacto pero de grandes prestaciones, apropiada para un uso que no requiera mantenimiento y perfecta para pequeñas aplicaciones solares aisladas, con una excelente durabilidad y fiabilidad.

Para esta alternativa se propone utilizar una sola batería en Gel de 12V con una capacidad de 98 amperios, según los siguientes cálculos:

-Wattios = Amperios x Voltios ($W=I*V$)
 -Wattios= 98 Ah*12V = 1176W -Demanda del resguardo/Capacidad de almacenamiento de la batería = 2256W/1176W 1,918 baterías.
 Por lo tanto, se usarán 2 baterías, consideradas de mayor efectividad y menos contaminantes, ya que otras como la de plomo, son muy dañinas con el ambiente; pero las baterías de litio, aunque son costosas, se pueden reciclar.

Inversor cargador 300W 12V Must solar



El Inversor Cargador 300W 12V Must Solar ofrece opciones configurables por el usuario y de fácil acceso, se puede elegir la corriente de carga de las baterías, cuenta con protección contra cortocircuito y sobrecarga, función de arranque en frío, gran amplitud de rango de voltaje (145-280VAC), display LCD con la información del sistema, cable de baterías incluido, cable de entrada AC incluido.

El Inversor Cargador 300W 12V Must Solar cuenta con protecciones frente a sobrecargas, cortocircuitos y descarga profunda, además el Inversor disfruta de la función del arranque en frío, y cargador inteligente de baterías.

El inversor es el dispositivo que convierte la corriente continua-CC a corriente alterna CA para poderla transmitir a los electrodomésticos o aparatos electrónicos. Para esta estrategia se selecciona un solo inversor de 300W 12V, donde el dispositivo permitirá tomar la carga en W y pasarla a 110 Voltios, que es lo requerido para alimentar los electrodomésticos en Colombia.

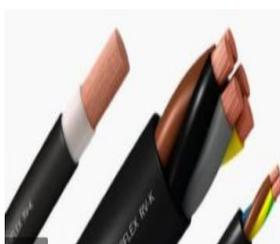
Estructura Horizontal Plana/Suelo 1 Panel 30°



Se propone un soporte metálico abierto para cubierta horizontal, Peso: 121 N/m², en acero inoxidable y galvanizado, que soportan condiciones climatológicas extremas. La Estructura está diseñada para estar instalada en posición horizontal, con una inclinación de hasta más de 30°, por lo que tiene compatibilidad con cualquier tipo de panel. Conociendo que en la selección de la estructura de los paneles solares se debe tener en cuenta el ángulo de inclinación con respecto al sol, para aprovechar mejor su capacidad de transformación de la energía solar; se propone un soporte graduado, como elemento esencial para el máximo aprovechamiento de la radiación solar; que debe asegurar la inclinación adecuada dependiendo de la base; y deben soportar los cambios de temperatura

Se seleccionó una estructura metálica resistente a climas tropicales como lo es el de Orito putumayo, que permitirá realizar una inclinación hasta 30°, ya que para el esquema de esta investigación se requiere una inclinación de 4°, para un mejor aprovechamiento del sol en sus horas más efectivas. (calculation solar, s.f)

Cable eléctrico Media tensión alterna



Se propone las siguientes especificaciones de cable:

- Calibre 12 AWG.
- Clase de cableado: B.
- Diámetro de conductor desnudo: 2,32 mm.
- Área: 3,31 mm².
- Diámetro de los alambres: 0,775 mm.
- Resistencia D.C. max. 20°C: 5,32 ohmio/km.
- Material: Cobre blando.

El cable eléctrico de Media tensión alterna, también conocido como cable PV, es un cable de un solo conductor, para las interconexiones.

Para nuestro sistema solar aislado se estima 20 metros de cable eléctrico de media tensión por vivienda (X-VOLT RHZ1-OL ó X-VOLT HEPRZ1 entre 6/10 y 18/30 kV). Para lo que en todo el resguardo se usaron alrededor de 100 metros aproximadamente.

Fuente: Elaboración propia, basado en información secundaria de AUTOSOLAR (2020).

Finalmente, el esquema (figura 16) del sistema aislado del diseño fotovoltaico

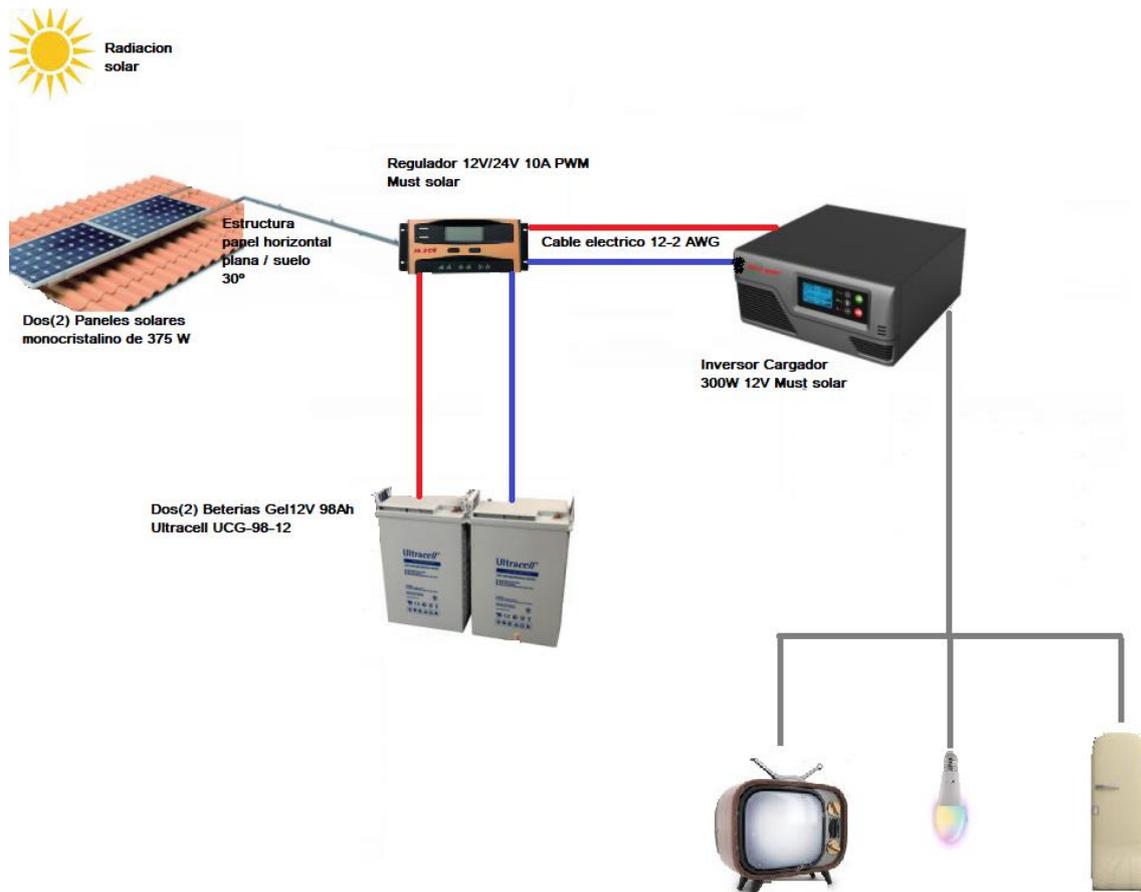


Figura 16. Diseño del Sistema FV de la alternativa del proyecto

Fuente: Elaboración propia

7.3. Análisis de la Alternativa fotovoltaica diseñada

Teniendo en cuenta que el plan de desarrollo actual del presidente Iván Duque, le apunta a la comunidad indígenas como el resguardo indígena Alto Orito, este proyecto puede ser financiado con facilidad según la gestión realizada. Así, se presenta un análisis en términos de costos, riesgos, impactos ambientales, e involucramiento de los stakeholders, con el fin de evaluar los procedimientos comunes para implementar este proyecto en la ZNI, por parte de los entes territoriales.

7.3.1. Definición de EDT de la estrategia

Las acciones a realizar para la estrategia de implementación de sistemas fotovoltaicos en el resguardo indígena, contempla los componentes y nivel de acción de las actividades (Tabla 8, que servirá de plantilla para la formulación del proyecto de implementación de la solución de sistemas fotovoltaicos.

Tabla 8.

Plan de Acción para la instalación de sistemas fotovoltaicos

Fase	Actividad	Componente	Nivel de Acción
1. Recopilación de Información	Capacitación y acercamiento de la comunidad para definir el nivel de adopción del sistema FV	Social	Intermedio
	Aplicación de encuesta técnica y social	Social	Bajo
2. Ingeniería y Diseño	Caracterización de los equipos y horas de uso	Técnico	Intermedio
	Determinación del consumo energético por vivienda	Técnico	Superior
	Selección de la alternativa FV	Técnico	Superior
3. Análisis técnico	Análisis de costos	Funcional	Superior
	Revisión del marco legal y ambiental aplicado a la comunidad	Técnico	Intermedio
4. Logística	Adquisición de los equipos Fotovoltaicos	Administrativo	Superior
	Compra de herramientas manuales, mecánicas y operativas	Administrativo	Superior
	Proceso de Instalación e interconexión de los elementos fotovoltaicos	Técnico	Superior
5. Control y seguimiento	Puesto en funcionamiento del sistema	Técnico	Superior
	Supervisión General del proyecto	Técnico-Administrativo.	Superior

6. Cierre	Diligenciamiento de actas formal de cierre del proceso	Administrativo	Intermedio
	Socialización de resultados ante las entidades involucradas	Administrativo	Intermedio

Fuente: Elaboración propia, basado en fuentes secundarias

7.3.2. Análisis del involucramiento de los Stakeholders

Según la guía del Pmbok del PMI (2017), la matriz de análisis de los interesados (Figura 17) es una técnica que agrupa a los interesados según el nivel de inquietud, acerca de los resultados del proyecto (interés) y la capacidad para influir en los resultados, la planificación o ejecución del proyecto (influencia). Para lo cual, se analiza cuál sería el comportamiento de los posibles interesados internos y externos (Tabla 9).

Tabla 9.

Clasificación de los posibles interesados en la estrategia

Interesados Internos	Interesados Externos
Resguardo Indígena Alto Orito Entidad ejecutora del proyecto	Alcaldía Municipal de Orito Secretaría de Desarrollo rural y Ambiental Departamento Nacional de Planeación Fuerzas militares Gobernación del Putumayo ONG's Ministerio de Minas y Energías Secretaría de Gobierno-Oficina de asuntos indígenas Proveedores de Sistemas Fotovoltaicos Actores armados ilegales

Fuente: Elaboración propia

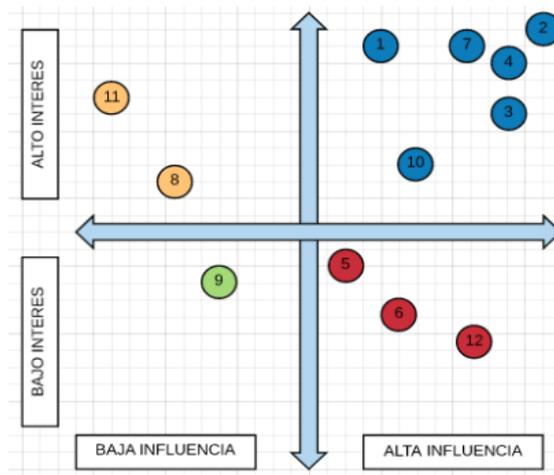


Figura 17. Matriz de análisis de los interesados según influencia e interés

Fuente: Elaboración Propia

Con lo anterior, se observa que, al ser un proyecto de dotación de sistemas solares Fotovoltaicos en un resguardo indígena, existe un mayor número de interesados en la posición de mucha influencia y mucho interés, que es lo que se espera, para poder trabajar con ellos.

De la misma manera, se propone una matriz del registro de interesados de la alternativa, que recopila toda la información de los interesados, relacionando la organización, rol en el proyecto, influencia, fase de mayor interés, intereses, expectativas y clasificación del interesado en el proyecto (Tabla 10).

Tabla 10.

Matriz del registro de interesados de la estrategia

No	Organización/Cargo	Rol	Expectativa	Influencia	Interés/fase de mayor interés	Clasificación
----	--------------------	-----	-------------	------------	-------------------------------	---------------

1	Resguardo indígena Alto orito/Gobernador del resguardo.	Beneficiario	Energía limpia para todo el resguardo las 24 horas del día	ALTA	ALTO/Tod as las fases	Interno
2	Entidad ejecutora del proyecto	Ejecutor	Culminar efectivamente el proyecto	ALTA	ALTO/Tod as las fases	Interno
3	Alcaldía municipal de Orito/alcalde o delegado	Cooperante	Culminación efectiva del proyecto	ALTA	ALTO/Eje cución y cierre	Externo
4	Secretaria de desarrollo rural y ambiental/secretario o delegado	Cooperante	Protección del entorno ambiental y ecológico	ALTA	ALTO/Eje cución	Externo
5	Departamento nacional de planeación/ delegado	Cooperante	Culminación efectiva del proyecto	ALTA	BAJO/Cier re	Externo
6	Fuerzas militares/ delegados	Cooperante	Mantener la seguridad en el territorio	ALTA	BAJO/Tod as	Externo
7	Gobernación del Putumayo/Gobernad or o delegado	Cooperante	Culminación efectiva del proyecto	ALTA	ALTO/Eje cución y cierre	Externo
8	ONG`s/delegados	Veedor	Desarrollo en las regiones sin afectar su cultura y el ambiente	BAJA	ALTO/Eje cución y cierre	Externo
9	Ministerio de minas y energías/ministro o delegado	Cooperante	Culminación efectiva del proyecto	ALTA	ALTO/Eje cución y cierre	Externo
10	Secretaria de gobierno-oficina de asuntos indígenas	Cooperante	Ejercer los derechos de los indígenas	ALTA	ALTO/Eje cución	Externo
11	Proveedores de sistemas fotovoltaicos	Cooperante	Popularidad, estándares de calidad y relaciones a largo plazo	BAJA	ALTA/ Ejecución	Externo
12	Actores armados	Observador	Que el	ALTA	BAJO/Ejecu	Externo

	ajustables				
1.16.	Casco de seguridad y eléctrico industrial	und	10	\$ 18.900	\$ 189.000
1.17.	Botiquín de primero auxilios	und	5	\$ 55.000	\$ 275.000
1.18.	EPP-botas de seguridad dotación dielectricas punta de seguridad	und	10	\$ 54.900	\$ 549.000
2				mano de obra	
2.1.	planta fija				
	Jefe de desarrollo	Salari			
2.1.1.		os	1	\$ 21.000.000	\$ 21.000.000
	Secretario	Salari			
2.1.2.		os	1	\$ 21.000.000	\$ 21.000.000
2.2.	operativa				
	Ingeniero eléctrico	Salari			
2.2.1.		os	1	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000
	Sociólogo	salari			
2.2.2.		os	1	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000
	Auxiliares	salari			
2.2.3.		os	10	\$ 15.000.000	\$ 150.000.000
3				Logística	
3.1.	Transporte				
3.1.1.	Alquiler camionetas 1- por 6 meses	mes	6	\$ 4.000.000	\$ 24.000.000
3.1.2.	Alquiler 1 buseta de cinco millones por 6 meses	mes	6	\$ 3.000.000	\$ 18.000.000
3.1.3.	Equipamiento de oficina (pc, arriendos)	mes	6	\$ 1.000.000	\$ 6.000.000
3.2.	otros				
3.2.1.	Refrigerios de capacitación- 3 veces	und	200	\$ 12.000	\$ 2.400.000
3.2.2.	Elementos de oficina (papelería)	mes	6	\$ 100.000	\$ 600.000
	Total costos Directos				\$ 501.372.320

Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera, se propone unos costos indirectos, en el que puede variar según las políticas de la administración de la entidad ejecutora, precio de insumos, contratación, entre otros (Tabla 12).

Tabla 12.

Costos indirectos de la Alternativa

Costos Indirectos		
Descripción	Porcentaje	Vr. Total
Administración	20%	\$

		100.274.464
Imprevistos	4%	\$ 20.054.893
Utilidad	5%	\$ 25.068.616
Total Costos AIU		\$145.397.973
Costo Total		\$ 646.770.293

Fuente: Elaboración propia

La estimación de los costos es de aproximadamente de \$ 646.770.293, dentro de 6 meses posibles de ejecución, para mejorar la cobertura de energía eléctrica en el resguardo indígena Alto Orito, y contribuir con la calidad de vida de sus habitantes. Por ende, esta propuesta está sujeta a cambios dependiendo de la fecha en que se realice y los datos que se puedan actualizar a futuro.

7.3.4. Normativa Técnica y ambiental de la alternativa

A continuación, se presenta un análisis del marco de políticas y leyes nacionales y locales, en el que las instituciones del estado, incluyendo la entidad ejecutora y otras organizaciones, deberían tomar en cuenta para llevar a la ejecución esta estrategia, como alternativa de solución frente al déficit energético de esta u otras ZNI en el departamento del Putumayo. Además, con el fin de que todos los involucrados estén comprometidos con el ambiente, se debe tener en cuenta la incidencia sobre los componentes, dado que los impactos están directamente relacionados con el sitio donde se originarán las obras.

El proceso que se propone no tiene repercusiones ambientales negativas, y entrega herramientas para que las comunidades rurales tomen conciencia de la importancia de conservar el ambiente; por ende, esta estrategia está acogida al marco normativo legal relevante para la utilización y montaje de los sistemas de iluminación solar fotovoltaica, avalado por el ministerio de minas y energía de Colombia,

Por otro lado, dentro de las competencias reglamentadas de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA, está la supervisión de la evaluación de los estudios

ambientales, incluyendo la evaluación económica de los impactos positivos y negativos de los proyectos y se ejecuta el seguimiento a las obras o actividades que requieran de Licencia Ambiental o de instrumentos tales como los planes o medidas de manejo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

En el Artículo 2.2.3.2.2 del Decreto 1076 de 2015, se definen los proyectos obras y actividades que requieren licencia ambiental y que son competencia directa de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA, como lo son los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes con capacidad superior o igual cien (100) MW; de esta manera, el proceso para este licenciamiento ambiental no es su competencia.

Por otro lado, según una conversación sostenida con esta agencia (figura 18), dicho proceso se puede validar mediante la norma en el decreto 1076 de 2015 puesto que la Corporación Autónoma Regional - CAR competente también puede otorgar esta licencia, puesto que es un proyecto de una sola jurisdicción y tiene una capacidad instalada de igual o mayor a diez (10) MW y menor de cien (100) MW. Es decir, en este caso por ser un proyecto de poca magnitud, la entidad competente sería la Corporación Autónoma Regional-CAR.



Figura 18. Concepto de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales sobre la alternativa.

De igual forma por ser un proyecto de paneles solares, se puede validar incentivo tributario por fuentes no convencionales de energía por la UPME, que es un porcentaje que la DIAN le devolvería por inversión al medio ambiente en cuanto a maquinaria o proyecto. Según los términos de referencia específicos, el proyecto debería realizar un diagnóstico Ambiental de Alternativas y el estudio de Impacto Ambiental- EIA. Pero ANLA (2020), requiere validar primero una necesidad de diagnóstico ambiental.

Primero debe registrarse en plataforma vital, realizar pago y enviar a la autoridad la finalidad del proyecto, para que sea ella quien termine si necesita una necesidad de diagnóstico y posteriormente un diagnóstico de alternativas.

Además de los permisos ambientales, es necesario el desarrollo del proceso de consulta previa con la comunidad indígena Alto Orito, por ser una comunidad protegida. Donde, el proyecto no requiere sustracción de las reservas forestales, por lo que no necesita permisos forestales. Además, los estudios e investigaciones previas para el proyecto deben dar a conocer trámites anteriores ante autoridades competentes; identificación de áreas del SINAP y SIRAP; ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente sensibles; ubicación de otros proyectos en las áreas de influencia

Entre los acuerdos internos con esta comunidad se debe prever la inclusión de acciones de protección, compensación y manejo forestal, apoyo y fortalecimiento al uso cultural del resguardo, con el fin de salvaguardar los sitios sagrados identificados, valorarlos y compensar su afectación, entre otros.

Teniendo en cuenta que las actividades que se realizarán durante la ejecución de las obras de instalación de paneles solares, no se constituye como proyecto que requiera del trámite de Licencia Ambiental, por cuanto no generan impactos graves a los recursos

naturales renovables o al paisaje, la alcaldía del municipio de Orito desarrollara el Plan Manejo Ambiental bajo las disposiciones de tipo legal - ambiental que deben cumplirse.

Por otro lado, el tema de transporte, manejo y disposición de los Residuos Sólidos, las actividades de la instalación de los paneles solares producen un poco de residuos, los cuales deben disponerse en los sitios establecidos y autorizados por la autoridad Ambiental competente, cumpliendo con las disposiciones legales tales como: Decreto 1713 de 2002, modificado por el Decreto 838 de 2005, sobre recolección doméstica de residuos. La siguiente es la normatividad, necesaria para analizar este tipo de alternativa:

Tabla 13.

Normativa Colombiana para SSA.

Normatividad Colombiana Para Sistemas Solares Fotovoltaicos

Decretos	Descripción
Decreto 2811 de 1974	Establece la preservación y restauración del ambiente y la conservación, haciendo uso racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que asegurar el desarrollo armónico del hombre y los recursos, maximizando la participación social para el beneficio de los habitantes en los territorios
Decreto 1220 de 2005	Definen y reglamentan los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental
Decreto 2469 de 2014	Define lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración. La CREG regula la actividad de autogeneración a gran escala en el SIN, en la Resolución 024 de 2015.
Decreto 2492 de 2014	Establece disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda
Decreto 1623 de 2015	Establece una expansión de cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las ZNI.
Decreto 2143 de 2015	Reglamentación de los incentivos tributarios de Ley 1715
Resolución Usme 045 de 2016	Procedimiento para certificación a proyectos FNCER para acceder a incentivos tributarios Ley 1715

Ley 1715 de 2014	El objetivo de la presente ley es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas energías renovables, por lo cual aplica para los proyectos relacionados con Instalaciones de paneles fotovoltaicos, así mismo se busca fomentar la inversión, investigación y desarrollo de proyectos energéticos sostenibles.
MPA-01-F-25	Lista de verificación del cumplimiento de criterios de seguridad, salud en el trabajo y manejo ambiental en obras públicas
Sección 690-4.c de la NTC 2050.	Define las conexiones a un módulo o panel deben estar hechas de modo que si se quita un módulo o panel del circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa la continuidad de ningún conductor puesto a tierra de cualquier otro circuito de fuente fotovoltaico.
Sección 690-4. d de la NTC 2050.	Establece que los inversores o grupos electrógenos que se vayan a utilizar en sistemas fotovoltaicos deben estar identificados para ello.
Sección 690-5. d de la NTC 2050	Se deben de utilizar breares para la detección e interrupción de fallas a tierra. Los conjuntos fotovoltaicos montados en el tejado de las viviendas deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio. El circuito de protección contra fallas a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, abrir el circuito y desactivar el conjunto.
Sección 690-7.a de la NTC 2050	La tensión nominal del sistema es la mayor tensión nominal existente entre dos conductores cualesquiera.
Sección 690-7.c de la NTC 2050	Se permite que los circuitos de la fuente fotovoltaica y de salida fotovoltaica que no contengan porta bombillas, tomacorrientes o aparatos tengan hasta 600 V.
Sección 690-8.a de la NTC 2050	La capacidad de corriente de los conductores y la corriente nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobre corriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no debe ser menor al 125 % de la corriente calculada
Sección 690-8.b de la NTC 2050	La corriente para un tipo individual de circuito se debe calcular como sigue: 1) Circuitos de la fuente fotovoltaica. Es la suma de la corriente nominal de cortocircuito de los módulos en paralelo. 2) Circuito de salida fotovoltaica. Es la corriente nominal de cortocircuito de la fuente de alimentación fotovoltaica. 3) Circuito de salida del inversor. Es la corriente nominal de salida del inversor o de la unidad de acondicionamiento de energía. Circuito de entrada de inversor autónomo. Es la corriente nominal de entrada del inversor

autónomo cuando éste produce la energía nominal a la menor tensión de entrada.

Fuente: Recopilación de fuentes secundarias

7.3.5. Plan de Gestión de Riesgos del Proyecto.

La descripción de los riesgos, grado de probabilidad de ocurrencia, impacto, efectos y medidas de mitigación. A Continuación, presentamos la matriz de riesgos del proyecto teniendo en cuenta las escalas y el grado de probabilidad de ocurrencia y de impacto:

Tabla 16.

Descripción de los riesgos del proyecto

No	Tipo	Riesgo	Descripción	Grado		Efectos	Medida de mitigación	Responsables
				Probabilidad de ocurrencia	Impacto			
R1	Administrativo	Extensos horarios laborales	Jornadas laborales extensas.	Mediano	Alto	Bajo rendimiento por parte del trabajador	Seguimiento y control a los horarios laborales	Entidad ejecutora del proyecto
R2	Administrativo	Falencias de profesionales encargados	Selección inoportuna y perfil erróneo o que el personal no cumpla con las competencias o maneje el tema del campo al que fue contratado	Bajo	Alto	No cumplimiento o baja calidad en los resultados y las fases del proyecto	Realizar perfiles bien estructurados que cumplan con todo lo necesario para un buen desempeño por cada trabajador.	Entidad ejecutora del proyecto

R3	Administrativo	Incumplimiento en el protocolo y entregables del cierre del proyecto.	No realizar los procedimientos correctos y completos referentes a la finalización formal del proyecto.	Muy bajo	Muy Alto	No archivar y no entregar la documentación necesaria como archivos de registro, entregables, finalización de contratos, entre otros, para finalizar oficialmente el proyecto.	Destinar personal encargado a todo lo referente al protocolo y entregables del cierre del proyecto	Entidad ejecutora del proyecto
R4	Técnico	Solución FV no corresponde a la realidad. Insatisfacción por parte de habitantes	Implementación de paneles no soluciona el objetivo del proyecto	Bajo	Muy Alto	Fracaso de la implementación del proyecto. Evaluación Expost negativa. Insatisfacción en el resultado del proyecto	Estudio de diseños y evaluación de desempeño de paneles en zona de influencia.	Secretaria de desarrollo rural y ambiental
R5	Técnico	Baja calidad de los sistemas fotovoltaicos a instalar	Utilizar material que no cumpla con los requerimientos mínimos para la instalación de los sistemas fotovoltaicos	Muy bajo	Muy Alto	Mal funcionamiento del sistema fotovoltaico a instalar	Contratar personal que tenga un buen conocimiento del tema y conocer la calidad de los productos antes de adquirirlos.	Entidad ejecutora del proyecto × Proveedores de sistemas fotovoltaicos
R6	Operacional	Retraso en la entrega de los kits de paneles solares	Retraso en las importaciones de paneles por situaciones adversas o por disponibilidad	Bajo	Medio	Retraso en entrega de obra final. Aumento de costos por mano de obra y contrataciones	Cláusulas de penalidad. Importaciones con anterioridad a lo programado.	Entidad ejecutora del proyecto × Proveedores de sistemas fotovoltaicos

R7	Operación al	Deficiencia en recursos materiales y económicos para el desarrollo del proyecto	No contar con los muebles, equipos y demás materiales o elementos que aseguren la comodidad y el buen desempeño de los trabajadores de la entidad ejecutora del proyecto y demás Involucrados.	Bajo	Alto	No cumplimiento de las fases del proyecto	Realizar seguimiento y control a cada una de las fases del proyecto con antelación, asegurándose de la disponibilidad de los recursos materiales y económicos para la ejecución de estas	Entidad ejecutora del proyecto
R8	Operación al	La falta de involucramiento en el proyecto o de las fuentes externas	Falta de acompañamiento, apoyo y gestión de entidades con impacto y experiencia en el tema.	Mediano	Alto	No cumplimiento o baja calidad en los resultados y las fases del proyecto	Personal encargado para ser enlace de acercamiento, involucramiento y sostenibilidad de las relaciones con las entidades involucradas.	Resguardo Indígena Alto Orito × Alcaldía municipal de orito × secretaria de desarrollo rural y ambiental × Departamento nacional de planeación × Fuerzas militares × Entidad ejecutora del proyecto × Gobernación del Putumayo
R9	Normativa	Cambio de normativas legales.	Cambio de normativas legales por legislación o nuevas políticas de	Baja	Medio	Si la normativa es positiva disminuiría costos de importación si	Participación en políticas de cambio de esta normativa	Secretaría de desarrollo rural y ambiental

			transición en el campo de energías alternativas.			es negativa aumentaría costos.		
R10	Económico	Insuficiencia presupuestal para la ejecución	No tener a la disposición los fondos necesarios para la ejecución de las fases y las etapas del proyecto o aumento en los costos de este.	Mediano	Muy alto	No cumplimiento o baja calidad en los resultados y las fases del proyecto	Realizar seguimiento y control a cada una de las fases del proyecto con antelación, asegurándose de la disponibilidad de los fondos necesarios para la ejecución de estas.	Entidad ejecutora del proyecto y Entidades financiadoras
R11	Social	Declaratoria de emergencia sanitaria	Suspensión de proyectos en ejecución por calamidad y emergencia sanitaria.	Baja	Alto	Retrasos en la obra. Aumento presupuestal por prolongación de contrataciones	Ninguna	Secretaría de desarrollo rural y ambiental / Gobierno nacional
R12	Social	Insatisfacción por parte del Resguardo Indígena Alto Orito	Poco o ausencia de interés, no asistencia, poca colaboración con datos, información y requerimientos necesarios para el éxito del proyecto.	Alto	Muy Alto	Insatisfacción en el resultado del proyecto, información errónea que afecte la calidad de resultado del proceso realizado.	Realizar acercamientos oportunos al resguardo con profesional social calificado como trabajadores sociales y sociólogos.	Resguardo Indígena Alto Orito
R13	Ambiental	Condiciones climáticas que dificultan la	Condiciones climáticas que no permitan cumplir con el cronograma de actividades	Alto	Muy Alto	Retraso en el cronograma de actividades del proyecto	Informarse de las proyecciones del clima para la zona y acomodar las	Entidad ejecutora del proyecto

instalación

actividades en el cronograma de tal manera de que no se retrasen las fases del proyecto.

R1 4	Seguridad	Inseguridad en la zona	Restricción del acceso o la no movilización en la zona del Resguardo Indígena del Alto Orito	Mediano	Muy alto	Retraso o el no cumplimiento del proyecto	Cumplir con las recomendaciones y realizar las debidas investigaciones sobre la seguridad en la zona.	Fuerzas militares × Actores armados ilegales
---------	-----------	------------------------	--	---------	----------	---	---	--

Fuente: Elaboración Propia, basado en fuentes secundarias

8. Conclusiones

Con la implementación de esta estrategia, la mayoría de los beneficios son positivos, ya que se cambia el uso de combustibles por la energía limpia, como lo es la fotovoltaica, donde se determinó que la demanda energética de las viviendas del resguardo indígena Alto Orito, es de aproximadamente de 2256 W, teniendo en cuenta que se tomó un consumo estándar máximo en el hogar de estas familias.

El perfil social del resguardo indígena de Orito putumayo permitió valorar el posible consumo energético de un conjunto de hogares determinado y además asociar variables cualitativas y variables cuantitativas que permitieron entender sus percepciones, comportamientos y características propias.

Se diseñó técnicamente un sistema fotovoltaico de 3000 W de potencia instalada, donde el sistema posee 2 paneles monocristalino, 2 baterías gel en serie de 12V a 98Ah, 1 regulador y 1 inversor que beneficiara a los habitantes del resguardo

El objetivo de esta investigación es impulsar la formulación de proyectos de índole energético que utilicen energías renovables como la fotovoltaica que ayude al desarrollo sostenible de las zonas no interconectadas ZNI de Colombia y contribuya a compensar el deterioro ambiental que hoy en día vivimos.

Las acciones a ejecutar para el desarrollo del modelo de iluminación solar fotovoltaica en las ZNI, se amparan específicamente según la normatividad, recursos técnicos, condiciones de cumplimiento, selección de alternativas, presupuesto, operación y características de cada zona de estudio.

9. Recomendaciones

La energía solar es un recurso renovable, disponible con gran potencial en Colombia. Hace falta más investigaciones en Zonas no interconectadas ZNI que permitan aprovechar este recurso energético, ayudando a la implementación de proyectos de índole energético que dé solución a la falta de cobertura eléctrica.

Con base a más investigaciones en Colombia se puede tratar de cambiar el modelo energético mostrando soluciones basadas en energías limpias y en eficiencia energética.

Es el camino más beneficioso para contribuir al cambio climático es la energía solar ya que es económica y captar, almacenarla es más efectiva y segura, ya que se puede inyectar al sistema interconectado nacional.

Se recomienda que la financiación de este tipo de alternativas, sea con recursos del estado, presupuestado para la ejecución con recursos de regalías y cofinanciación de entidades no gubernamentales.

Es recomendable actualizar la información por medio de la encuesta en línea ofrecida por las diferentes plataformas virtuales, y por revisión bibliográfica, y estudio del arte con fuentes recientes.

10. Bibliografía

Arencibia, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *REDVET*, 17(9), 1-4.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2020). *Energía, Presas, Represas, Trasvases y Embalses*. Recuperado de: <http://www.anla.gov.co/entidad/tematicas/evaluacion-y-seguimiento/energia-presas-represas-trasvases-y-embalses>

Autosolar (2020). *La tienda virtual de la energía solar Fotovoltaica*. Recuperado de: <https://autosolar.es/estructura-paneles-solares>

Burneo, S., Delgado, R., y Vérez, M. (2016). Estudio de factibilidad en el sistema de dirección por proyectos de inversión. *Ingeniería Industrial*, 37(3), 305-312.

Calculation Solar.(s.f). Cálculo de instalaciones fotovoltaicas. Obtenido de: <http://calculationsolar.com/es/calcular.php>

Celsia. (s.f.). *Todo lo que debe saber sobre la energía solar en Colombia*. Bogotá. Recuperado de <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>

Código Eléctrico Colombiano.(1998). *Norma técnica Colombiana NTC 2050 (Primera actualización)*
Obtenido:<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas*. Recuperado de

<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Celdas/ptceldas.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Misión de Crecimiento Verde*: portal web

DNP. Recuperado de [https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Paginas/Misi%C3%B3n-de-crecimiento-verde.aspx)

[Verde/Paginas/Misi%C3%B3n-de-crecimiento-verde.aspx](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Paginas/Misi%C3%B3n-de-crecimiento-verde.aspx)

Duarte, J. (2017). *Estudio de viabilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la casa cultural y baños públicos de la plaza principal Simón Bolívar de Anapoima, Cundinamarca* (tesis de pregrado).

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia

Economía y Negocios. (12 de enero de 2018). Gobierno destraba la generación de energía

solar y eólica en el país. *El Tiempo*. Recuperado de

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/decreto-permitira-generar-mas-energia-solar-y-eolica-en-colombia-170578>

Escobar, M. (26 de septiembre de 2013). Una región desconectada. *El Espectador*.

Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/una-region-desconectada-articulo-449013>

Foster, S. y Elzinga, D. (s.f). *Naciones Unidas*. Crónica ONU. Recuperado de

<https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>

La International Energy Agency (s.f). *Shaping a secure and sustainable energy future for all*.

Recuperado de <https://www.iea.org/>

- Lopez, P. y Fachelli, S. (2015) *Metodología de la investigación social cuantitativa*.
Barcelona: UAB. Recuperado de
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163567/metinvsocua_a2016_cap2-3.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA en proyectos de uso de energía solar fotovoltaica tdr-015*. Recuperado de
<https://static1.squarespace.com/static/584873ef579fb33c12d56d14/t/59a5965e8419c2fd7baf02df/1504024164976/tdr+proyectos+fotovoltaicos.pdf>
- Ministerio de minas y energía. (2019). *Memorias al congreso de la república*. Recuperado de
<https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24136905/Memorias+Congreso+MME+2018-2019+%282%29.pdf>
- Ministerio del Interior (2015). *Plan Organizativo Resguardo Alto Orito*. Orito, Putumayo.
Recuperado de
https://siic.mininterior.gov.co/sites/default/files/plan_organizativo_resguardo_alto_orito.pdf
- Necefer, L., Wong, G., Jaramillo, P. y Small, M. (2015). Energy development and Native Americans: Values and beliefs about energy from the Navajo Nation. *ScienceDirect*, 7(2015), 1-11. doi <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.02.007>
- Ojeda, E., Candelo, J. y Santander, A. (2017, 28 de agosto). Uso de electricidad de las comunidades indígenas según el umbral de subsistencia en La Guajira, Colombia. *Espacios*. Recuperado de
<https://www.revistaespacios.com/a17v38n57/a17v38n57p31.pdf>

Project Manager Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*.

Recuperado de

https://www.academia.edu/37404496/PMBOK_6ta_Edici%C3%B3n_Espa%C3%B1ol

1

Rodríguez, H. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Scielo*, 0121(28), 83-89.

Sáenz, J. (7 de agosto de 2017). En penumbras: 2,5 millones de colombianos no tienen energía eléctrica. *El Espectador*. Recuperado de

<https://amp.elespectador.com/economia/en-penumbras-25-millones-de-colombianos-no-tienen-energia-electrica-articulo-706892>.

Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México

D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Recuperado de [http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf)

[content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf)

[edicion.compressed.pdf](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf)

Sancho, F. (2019). *Estudio y diseño para la instalación de paneles solares para ACS en el Hospital de Enfermos Crónicos Doctor Moliner de Serra* (tesis de maestría).

Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/124981>

Scarpellini, S y Aranda, A. (2009). Análisis de viabilidad económico-financiero de un proyecto de energías renovables. *Prensas Universitarias de Zaragoza*, 1-130.

Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., ...

Subiela, V. (2008). *Energías Renovables y Eficiencia Energética*. Canarias: Instituto

Tecnológico de Canarias, S.A. Recuperado de:

<https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

Unidad de planeación Minero energética. (2005). Atlas de Radiación Solar de Colombia.

Recuperado de

<https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/Atlas%20de%20radiaci%C3%B3n%20solar%20Colombia.pdf>

Unidad de planeación minero energética. (2015). *Plan Energetico Nacional - Colombia:*

Ideario Energético 2050. Recuperado de

http://www1.upme.gov.co/Documents/PEN_IdearioEnergetico2050.pdf

Unidad de planeación minero energética. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de

http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

Zapata, C., Zuluaga, M. y Dyner, I. (2005). Fuentes alternativas de generación de energía, incentivos y mandatos regulatorios: Una aproximación teórica al caso colombiano.

Revista Energética, 0120-9833(34), 55-63. doi: 10.15446/energetica.

11. Anexo

Anexo 1. Encuesta de Investigación: Apreciación de los aspectos sociales y técnicos, en el marco de la energía solar fotovoltaica, en la ZNI del municipio de Orito, Departamento del Putumayo

Encuesta de Investigación: Apreciación de los aspectos sociales y técnicos sobre la energía solar fotovoltaica en ZNI del municipio de Orito, departamento del Putumayo			FORMAT O 1
Integrante de la familia	Padre	O	
	Madre	O	
	Hijo	O	
Número de pregunta	Descripción de la pregunta	Opciones	
1	Cuántas personas habitan en su casa	1	O
		2	O
		3	O
		4 o más	O
2	¿Cuenta con conexión eléctrica en su hogar?	Si	O
		No	O
3	¿Tiene conocimiento sobre los sistemas de energía fotovoltaica (paneles solares)?	Si	O
		No	O

4	¿Cuál cree que sería el sistema de generación de energía eléctrica más favorable para su comunidad? (en aspectos ambientales, económicos y sociales)	Energía Solar	<input type="radio"/>
		Interconexión eléctrica	<input type="radio"/>
5	¿Cuántos puntos de iluminación cree que necesitaría para su hogar? (bombillos)	1	<input type="radio"/>
		2	<input type="radio"/>
		3	<input type="radio"/>
		4 o más	<input type="radio"/>
6	¿Cree que el acceso a la energía eléctrica las 24 horas mejora su calidad de vida?	Si	<input type="radio"/>
		No	<input type="radio"/>
7	¿Considera conveniente la utilización de la energía solar, por medio de paneles solares en su finca u hogar?	Si	<input type="radio"/>
		No	<input type="radio"/>
8	¿Cómo consideraría un proyecto de instalación de la energía solar, por medio de paneles solares fotovoltaicos en su finca en su comunidad?	Fácil	<input type="radio"/>
		Difícil	<input type="radio"/>
9	¿Cuántos aparatos y equipos electrónicos poseen en su hogar?	Televisor	<input type="radio"/>
		Nevera	<input type="radio"/>
		Radio	<input type="radio"/>

		Computador	O
10	¿Cuántas horas al día usa el televisor? (si lo tiene en su hogar)	1	O
		3	O
		6	O
11	¿Con cuántos Celulares posee los integrantes de su hogar?	0	O
		1	O
		2	O
		3	O

Anexo 2. Propuesta de un sistema fotovoltaico, según la empresa SUPPLY SAS

Sun Supply SAS
NIT 900913993
Bogotá, Colombia

PROPUESTA DE ENERGÍA SOLAR

www.sunsupplyco.com
info@sunsupplyco.com
313 683 1613 / 300 775 9731

TIPO DE PLANTA SOLAR Off grid Autónoma Híbrida

La propuesta contempla el diseño teniendo en cuenta la información energética del cliente que se ve en la tabla de consumos de aparatos y equipos. El precio de esta propuesta contempla el suministro de equipos, la instalación y la puesta en marcha de la planta solar.

INFORMACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO DEL CLIENTE

ANÁLISIS DE CONSUMOS DE APARATOS Y EQUIPOS				
Aparato / Equipo	Cantidad	Potencia [kW]	Horas uso día	Total [kWh]
Tv 32"	1	0,060	6	0,360
Laptop	1	0,060	2	0,120
Nevera 215Lt	1	0,087	24	2,088
Luces	5	0,010	6	0,300
Celulares	3	0,002	2	0,012
TOTAL DE ENERGÍA POR DÍA				2,880

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLANTA SOLAR

Capacidad instalada [kW]	0,56	Energía al día [kWh/día]	2,52
Espacio Requerido [m ²]	5,00	Peso de la planta solar [Kg]	37,00
Solida de voltaje [Vac]	120		
Almacenamiento [Ah]	800	Capacidad de sistema de baterías	
Autonomía del sistema [Días]	2	Días de funcionamiento sin recibir suficiente luz solar	

BENEFICIO AMBIENTAL



AHORRO DE ENERGÍA:
1,051 kWh / año



EQUIVALENTE EN CO²:
185 Kg CO² / año



IGUAL A SEMBRAR:
12 Árboles

Somos una empresa que utilizamos la tecnología para que las personas y organizaciones puedan acceder a energía limpia y sostenible.