

VIABILIDAD DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA
COMERCIALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA
REGIÓN DEL PUTUMAYO, COLOMBIA

NATALIA ESPITIA GARZÓN

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS
BOGOTÁ D.C.
2019

VIABILIDAD DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA
COMERCIALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA
REGIÓN DEL PUTUMAYO, COLOMBIA

NATALIA ESPITIA GARZÓN

Monografía para optar por el título de
Especialista en Gerencia de Empresas

Orientador
ANDRES MAURICIO CASTRO FIGUEROA
Ingeniero Industrial

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS
BOGOTÁ D.C.
2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director de la especialización

Firma del Calificador

Bogotá, D.C. Agosto 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gerencia de Empresas

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a el(los) autor(es)

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico inicialmente a Dios, a mis padres y a mis hermanos por ser siempre un apoyo incondicional, por brindarme su amor y confianza, ya que gracias a sus esfuerzos es que puedo culminar esta etapa de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a Dios y a mis padres por ser una guía en cada etapa de mi vida, por su esfuerzo y confianza para la realización y culminación de mis estudios. A mi orientador por el acompañamiento durante la realización del proyecto y a cada una de las personas que hicieron parte de mi proceso de formación tanto personal como profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
OBJETIVOS	20
1. MARCO REFERENCIAL	21
1.1 MARCO LEGAL	21
2. ESTUDIO DE MERCADO	23
2.1 VARIABLES DEL ENTORNO COLOMBIANO QUE INCIDEN EN LA INDUSTRIA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	24
2.2 OFERTA Y DEMANDA DE ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA	25
2.3 PAÍSES EXPORTADORES DE PANELES SOLARES A NIVEL MUNDIAL	28
2.4 PRINCIPALES PROVEEDORES DE PANELES SOLARES A COLOMBIA	29
3. ESTUDIO TÉCNICO	30
3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR	34
3.2 TOTAL DE CONSUMO DE ENERGÍA	34
3.3 PARÁMETROS GEOGRÁFICOS	35
3.4 TIPO DE INSTALACIÓN	38
3.5 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA	40
3.5.1 Número de paneles solares.	41
3.5.2 Intensidad de corriente y capacidad de las baterías.	41
4. LOGÍSTICA PARA LA COMERCIALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS PANELES SOLARES EN LA REGIÓN DEL PUTUMAYO, COLOMBIA	45
4.1 CONDICIONES DE ACCESO AL MERCADO	45
4.1.1 Trámites de importación.	45
4.1.2 Normatividad para las importaciones.	46
4.2 TRANSPORTE	47
4.3 OBLIGACIONES	49
4.3.1 Obligaciones del vendedor.	49

4.3.2 Obligaciones del comprador.	50
4.4 ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN	51
4.4.1 Compra de equipos.	51
4.4.2 Canales de distribución.	52
4.4.3 Comunicación y promoción del servicio.	52
5. EVALUACIÓN FINANCIERA	53
5.1 INVERSIÓN INICIAL	53
5.2 ESTRUCTURA DE COSTOS	54
5.3 FLUJO DE CAJA	56
5.3.1 Flujo de caja primer escenario:	56
5.3.2 Flujo de caja segundo escenario:	57
5.4 EVALUACIÓN FINANCIERA	58
5.4.1 Tasa interna de oportunidad (TIO).	58
5.4.2 Tasa interna de retorno (TIR).	58
5.4.3 Valor actual neto (VAN).	59
6. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62

ÍNDICE DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Marco normativo legal vigente en Colombia referente al uso de energías alternativas.	21
Cuadro 2. Ventajas y desventajas de los sistemas de energía solar.	30

ÍNDICE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Numero de paneles solares	41
Ecuación 2. Intensidad de corriente de las baterías	41
Ecuación 3. Capacidad de las baterías	41
Ecuación 4. Tasa Interna de Retorno	58
Ecuación 5. Valor Actual Neto	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Distribución de los elementos de un sistema de generación de energía solar.	33
Figura 2. Ubicación geográfica del departamento del Putumayo, Colombia.	35
Figura 3. Atlas de radiación solar en Colombia.	36
Figura 4. Mapa de la red eléctrica en Colombia.	37
Figura 5. Instalación solar fotovoltaica.	38
Figura 6. Instalación solar fotovoltaica descentralizada.	39
Figura 7. Instalación solar fotovoltaica centralizada.	39
Figura 8. Radiación solar en la región del Putumayo Colombia.	40
Figura 9. Ruta Carretera 20. Buenaventura-Mocoa.	48

ÍNDICE DE GRAFICAS

	pág.
Grafica 1. Evolución de la demanda de energía en Colombia.	26
Grafica 2. Tipos y características de los paneles fotovoltaicos.	31
Grafica 3. Diferentes aplicaciones de las instalaciones fotovoltaicas.	32

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Principales empresas importadoras de células fotovoltaicas a Colombia en el año 2005.	27
Tabla 2. Principales países proveedores de paneles solares a nivel mundial.	28
Tabla 3. Principales países proveedores de paneles solares a Colombia.	29
Tabla 4. Total de energía a abastecer.	34
Tabla 5. Potencial de radiación solar por regiones en Colombia.	36
Tabla 6. Cálculos correspondientes a las baterías.	42
Tabla 7. Costo de una instalación con paneles solares de 150W	42
Tabla 8. Costo de una instalación con paneles solares de 280W	43
Tabla 9. Costo de una instalación con paneles solares de 550W	43
Tabla 10. Gravámenes vigentes en Colombia para el uso de energía solar.	46
Tabla 11. Reporte de rutas de transporte marítimo. China-Colombia.	48
Tabla 12. Inversión inicial del proyecto.	53
Tabla 13. Total costos fijos anuales del proyecto	55
Tabla 14. Total costos variables por proyecto	55
Tabla 15. Flujo de caja del escenario 1	56
Tabla 16. Flujo de caja del escenario 2.	57
Tabla 17. Resultados obtenidos para la evaluación financiera	59

GLOSARIO

BATERÍAS: “Dispositivo electroquímico que almacena energía para su posterior uso, en la medida que los químicos internos de la batería cambian, la energía eléctrica es almacenada o entregada”¹

ENERGÍAS ALTERNATIVAS: “También denominadas energías renovables o blandas, son aquellas fuentes energéticas que provienen de recursos naturales y son fuentes inagotables, es decir todas aquellas que al producirlas no contaminan”²

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA: “Este tipo de energía que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares”³. La generación de energía solar fotovoltaica se da gracias al conjunto de equipos conocido en el mercado colombiano como el sistema solar fotovoltaico o instalaciones fotovoltaicas, los cuales pueden agruparse en tres grandes tipologías según los componentes, la configuración y la forma de conexión a la red eléctrica: 1) sistemas fotovoltaicos autónomos, 2) sistemas híbridos o mixtos, y 3) sistemas conectados a la red⁴ “El tipo de sistema característico de Colombia es el sistema fotovoltaico autónomo, las cuales no tienen ninguna conexión con redes eléctricas de la red general o red pública”⁵ y tiende a ser usada para electrificación rural, uso agrícola, ganadero o forestal, aplicaciones militares, o en la energización de equipos alejados de la red como comunicaciones, señalización y control.

ERNC: “Energías renovables no convencionales, término para catalogar la generación energética desde fuentes como fuentes hidráulicas, biomasa y biogás, geotérmica, solar, eólica, de los mares, cinética, etc. En términos generales es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por

¹ BARAHONA, Rodrigo. Autonomía energética, conversión del movimiento corporal en electricidad. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Diseño Industrial. Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Santiago de Chile. 2009. p 7. [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-barahona_t/pdfAmont/aq-barahona_t.pdf

² SANTAMARTA, José. Las energías renovables son el futuro. [En línea]. 2010. p 34-39 [Consultado, 15 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/511.pdf>

³ CANTILLO, Ernesto. Diagnostico técnico y comercial del sector solar fotovoltaico en la región Caribe Colombiana. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Magister en Mercadeo. Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla. 2011. p 82-88 [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/1272>

⁴ *Ibíd.*, p.82.

⁵ *Ibíd.*, p.82

su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación”⁶.

PANELES SOLARES: “Son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad. Están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones)”⁷.

RADIACIÓN SOLAR: es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. “Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. La energía procedente del Sol es radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar”⁸.

RENDIMIENTO: “Relación inversamente proporcional entre capacidad de generar corriente y tiempo en realizar la tarea, relativo a un sistema de generación eléctrica. Se entenderá como buen rendimiento aquel sistema que en menos tiempo logre una mayor generación de energía eléctrica”⁹.

ZONAS NO INTERCONECTADAS (ZNI): “Son los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional”¹⁰.

⁶ BARAHONA, Rodrigo. Op. Cit., p 7.

⁷ CETSА. Energía de calidad, energía solar y eficiencia energética. [Sitio web]. CO. Sec. Soluciones energéticas. S.f. [Consultado, 12 Julio 2019]. Disponible en: <https://www.celsia.com/>

⁸ INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Radiación solar. [Sitio web]. CO. Química de la atmosfera-Radiación solar. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

⁹ BARAHONA, Rodrigo. Op. cit., p 7.

¹⁰ CONGRESO DE LA REPUBLICA. PODER PUBLICO-RAMA LEGISLATIVA. Ley 855 de 2003. [18 Diciembre 2003]. Zonas no interconectadas. Diario Oficial Nro. 45.405. Art. 1º

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda el tema de la energización en zonas rurales de Colombia, donde no se da un abastecimiento de energía eléctrica por medios convencionales a la población por tratarse de zonas no interconectadas del país, por lo que se evaluará la posibilidad de llevar a estas zonas energía por medio de fuentes renovables como lo es la energía solar, se realizará un piloto para una finca ubicada en la región del Putumayo Colombia y basado en los resultados obtenidos para este, se evaluará la viabilidad de la creación de un plan de negocio para la comercialización e instalación de paneles solares en esta región.

Palabras clave: Energías renovables, energía solar, fuentes no convencionales de energía, energización rural, paneles solares.

ABSTRACT

In this paper we talk about the energization issue in rural areas of Colombia, where there is no supply of electricity for the population by conventional means because they are not in connected areas of the country, for that reason we are going to evaluate the possibility of bringing energy to these areas through renewable sources such as solar energy, a pilot project will be made for a farm located in Putumayo, a region of Colombia and based on the results gotten for this, the feasibility of creating a business plan for the comercialization and installation of solar panels in this region will be evaluated.

Key words: Renewable energy, solar energy, unconventional energy sources, rural energization, solar panels.

INTRODUCCIÓN

Con los actuales problemas ambientales y la gran demanda de energía a nivel mundial, se ha visto la necesidad de implementar nuevas y mejores tecnologías incentivando el uso de energías limpias. En las últimas décadas los países desarrollados se han estado preocupando por el cuidado del medio ambiente focalizándose en la generación de energía de fuentes renovables entre ellas la energía solar la cual ha venido tomando fuerza en los últimos años.

En el presente trabajo se realizara un estudio para la viabilidad del desarrollo de un plan de negocio para la comercialización e instalación de paneles solares para el abastecimiento de energía en la región del Putumayo, Colombia, según Pérez¹¹ a pesar de que el país posee una estructura legal desde el año 2001 donde se fomenta el uso de fuentes alternativas de energía las inversiones en este sector han sido mínimas pues cerca de 1.14 millones de habitantes se encuentran en zonas aisladas del país, es decir, aproximadamente el 4% de la población colombiana no está conectada a un sistema de trasmisión eléctrica afectando así el progreso social del país por lo que se pretende llevar a estas zonas rurales un sistema integrado de energía a base de energía solar mejorando así la calidad de vida de las personas y los procesos productivos del país en general, pues el sector eléctrico es uno de los más usados en la cotidianidad del ser humano debido a que muchas actividades y procesos dependen de este.

¹¹ PEREZ, E. Utilización de fuentes alternas de energía en zonas no interconectadas. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE). [Consultado, 12 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/Utilización-de-fuentes-alternas-de-energia-en-zonas-no-interconectadas.pdf>

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la viabilidad de un plan de negocio para la comercialización e instalación de paneles solares en la región del Putumayo, Colombia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un estudio de mercado a partir de la recopilación de información y competencia en el mercado para la comercialización de paneles solares en Colombia.
- Realizar una descripción del producto a comercializar (paneles solares).
- Realizar la descripción de un sistema de logística para la comercialización e instalación de los paneles solares en la región del Putumayo, Colombia.
- Elaborar un análisis financiero para determinar la viabilidad y rentabilidad del plan de negocio.

1. MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se describirán las normas actuales vigentes para el desarrollo de un plan de instalación de energía solar en el país.

1.1 MARCO LEGAL

Aquí se describirán todas las leyes, decretos y resoluciones vigentes en Colombia referentes al uso de energías alternativas en el país, las cuales se encuentran descritas en el siguiente gráfico.

Cuadro 1. Marco normativo legal vigente en Colombia referente al uso de energías alternativas.

NORMATIVIDAD	DESCRIPCION
Ley 51 de 1989	Es la encargada de “efectuar, contratar o promover la realización de estudios para establecer la conveniencia económica y social del desarrollo de fuentes y usos energéticos no convencionales y adoptar la política respectiva” y “aprobar los programas de generación eléctrica no convencional y coordinar los programas de generación eléctrica en áreas no interconectadas” ¹² .
Decreto 2119 de 1992	El Instituto de Asuntos Nucleares y Energías Alternativas -INEA- suma a sus funciones el fomentar el uso racional de la energía, “Igualmente el INEA deberá elaborar programas científicos y tecnológicos para la intensificación del uso de las fuentes alternas de energía” ¹³ .
Ley 143 de 1994	El Estado debía ser el encargado de “asegurar la adecuada incorporación de los aspectos ambientales en la planeación y gestión de las actividades del sector” y “Abastecer la demanda de electricidad bajo criterios económicos y de viabilidad financiera, asegurando su cubrimiento en un marco de uso racional y eficiente de los diferentes recursos energéticos del país” ¹⁴ .
Ley 697 de 2001	Promueve la utilización de energías alternativas, además pone en cabeza del Ministerio de Minas y Energía la responsabilidad de promover y adoptar programas para este tipo de energías. Además, “Asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales”.

¹² UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA (UPME). Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE). [Sitio web]. Bogotá. CO. 30 Diciembre 2010. p 2-5 [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/994/1/Vol%201%20Plan%20Desarrollo.pdf>

¹³ Ibid. p. 2-5

¹⁴ Ibid. p. 2-5

Cuadro 1. (Continuación)

Resolución 18-919 de 2010	Resolución que en su artículo primero “Adopta el plan de acción indicativo 2010-2015 para desarrollar el programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales PROURE” y “asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales” ¹⁵ .
Ley 1715 de 2014	La cual tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.
Ley 788 de 2002	Promueve “incentivar la compra e implementación de equipos y tecnologías que demuestren impacto en la mitigación del cambio climático”, en el artículo 18 de dicha ley se contempla “la exención de renta por 15 años, a la venta de energía producida a partir de fuentes renovables como la eólica, biomasa o residuos agrícolas” ¹⁶ .

Fuente: ORTIZ, Diana. Una revisión a la reglamentación e incentivos de las energías renovables en Colombia. [Repositorio digital] Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada. 2012. [Consultado, 3 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfce/article/view/2164/1766>

¹⁵ Ley 697 de 2001. Op. Cit., Art. 3°.

¹⁶ Ibíd., Art. 3°

2. ESTUDIO DE MERCADO

En el siguiente capítulo se realizará la recopilación y análisis de información acerca de posibles clientes y competidores del mercado y un análisis de la oferta y demanda del producto.

Según Cantillo¹⁷ Colombia es un país que cuenta con una buena radiación solar por lo que a lo largo de los últimos 30 años la industria solar fotovoltaica ha venido en expansión, aunque aún es un mercado que no se ha estimulado ni se ha aprovechado lo suficiente, por otra parte, el interés de las grandes empresas por mejorar sus programas de responsabilidad medio ambiental ha venido generando en ellos la necesidad del uso de fuentes alternativas de energía.

En los últimos años la demanda para electrificación rural por parte del sector privado según Cantillo¹⁸ ha decrecido debido a los costos y falta de oferta de este servicio mientras que, por ejemplo, en el caso del Caribe colombiano la gobernación del atlántico está llevando a cabo varios proyectos de electrificación rural. “En cuanto a la oferta del producto, esta no ha tenido mucho crecimiento, pues para el año 2010 en Colombia se presentaron los mismos importadores que venían haciendo presencia desde el año 2003, siendo estas empresas quienes se mantienen aún como distribuidores y prestadores de servicio técnico”¹⁹, por lo general, basados en estudios del Cantillo²⁰ varias de las pequeñas empresas que fueron naciendo en el sector desde los años 80 han ido desapareciendo ya sea porque no han seguido invirtiendo en el sector o porque simplemente nacieron para abastecer una necesidad puntual. Una de las empresas mejor posicionadas en Colombia que juega un papel de importador mayorista para la región Caribe de Colombia cuenta con una marca de origen japonés la cual está ubicada en la ciudad de Cali, empresas más pequeñas que cuentan con participación en el sector de telecomunicaciones ubicadas en el Caribe y empresas que favorecen al sector agroindustrial y habitantes del campo ubicadas en la capital antioqueña.

En general al momento de adquirir este tipo de servicio el comprador busca prestigio y experiencia en la prestación del mismo, calidad de los equipos ofrecidos y precios, ya sea que estos sean adquiridos por importación o compra de empresas locales.

¹⁷ CANTILLO, Ernesto. Op. cit. p. 84.

¹⁸ CANTILLO, Ernesto. Op. cit. p. 84.

¹⁹ ICEX. Energías renovables en Colombia. [Sitio web]. CO. Sec. Energía renovable. S.f. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName...site=icexES>

²⁰ CANTILLO, Ernesto. Op. cit. p. 84.

“Desde hace algunos años el estado inicio la privatización de compañías en las cuales era activista mayoritario representando así una oportunidad de negocio no solo para inversionistas nacionales sino también para inversionistas internacionales, con la condición de que su participación en el mercado no supere el 25% de la demanda nacional y estará limitado únicamente a atender la demanda eléctrica del país”²¹, sin embargo, se estima que en la medida en que se introduzca masivamente al país este tipo de servicio es posible que la demanda disminuya y las empresas se verán obligadas a ofrecer al usuario nuevas tecnologías, reorientando su negocio y explotando el beneficio que estas puedan ofrecer.

Para el desarrollo del presente trabajo el segmento de mercado al cual va dirigido consiste en zonas no interconectadas del país, donde la red de electricidad cuenta con una alta dependencia a los recursos hídricos lo cual en épocas de sequía se pone en riesgo el sustento de esta, o por el contrario se trata de zonas tan remotas y alejadas de las redes eléctricas que el servicio no alcanza a cubrir, adicional a esto, son zonas con unas condiciones ambientales y climáticas aptas para la instalación de sistemas solares de energía principalmente para cubrir las necesidades básicas para vivir, además de presentar beneficios económicos para quien hagan uso de estas, pues aunque el costo inicial de instalación pueda ser un poco elevado dependiendo de la capacidad de la instalación, no presenta más costos adicionales de mantenimiento y debido a que la energía es suministrada por una fuente natural no presenta problemas de abastecimiento ni suministro de energía. Por el momento, el desarrollo del trabajo se centrará más específicamente en la región del Putumayo Colombia, donde se realizará un piloto de un estudio de viabilidad para la instalación de un sistema de energía solar en la finca Vaguará ubicada a 7 Kilómetros del centro de Mocoa, Putumayo, donde este sistema se realizará para cubrir las necesidades de alumbrado tanto interno como externo y ventilación.

2.1 VARIABLES DEL ENTORNO COLOMBIANO QUE INCIDEN EN LA INDUSTRIA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Entre las principales variables que inciden en la industria fotovoltaica en Colombia se encuentra la política, economía, sociocultural, tecnología y medio ambiente. En donde en cuanto a variables políticas existen diversas normas, leyes y decretos que promueven el uso de energías limpias y renovables para un desarrollo sostenible con el fin de abastecer la demanda del país, además de promover el cuidado del medio ambiente; en la variable económica la generación de energía tiene una participación significativa en el PIB del país; la variable socio-cultural, en los últimos años se ha fomentado en la sociedad una

²¹ ÑUSTES, Wiston. Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. En: Revista Ingeniería y desarrollo. Vol. 17., Nro. Junio 2017. pp 37-48. [Consultado, 15 Junio 2019]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1785/1/PPS-529.pdf>

preocupación por el cuidado y conservación del medio ambiente generando más conciencia a los consumidores acerca del uso responsable de todo tipo de energías focalizado su atención en la promoción del incremento del uso de energías limpias; la tecnología, en los últimos años ha venido presentando un importante desarrollo en medida en que se trabaja para incrementar la eficiencia de generación energética tradicional de las celdas solares convencionales y nuevos materiales que generen mayores niveles energéticos a un menor costo; y por último el medio ambiente, donde a través del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial para el año 2001 se estableció un plan estratégico nacional de mercados verdes para disminuir en impacto negativo ambiental a nivel nacional²².

2.2 OFERTA Y DEMANDA DE ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA

En el sector energético en Colombia se destaca como principal problema la falta de electrificación rural en zonas no interconectadas del país por lo que el sector se ha enfocado a la generación fotovoltaica, por lo que ésta según Rodríguez²³ en comparación a la generación eléctrica convencional debido a los altos costos de combustibles, y los costos de operación y mantenimiento en zonas remotas hacen que a largo plazo la generación eléctrica fotovoltaica resulte más económica y a su vez más confiable.

“Para el caso Colombiano la industria solar fotovoltaica lleva en el mercado alrededor de unos 30 años en donde se estima que se consume cerca de los 300KW de energía”²⁴, debido a la ubicación del país su geografía este cuenta con una buena radiación solar por lo que para los últimos años la expansión del mercado ha venido en aumento, así como el interés por parte de los consumidores en el uso de estas fuentes de energías alternativas.

“Actualmente el 78% de la energía total consumida en Colombia es proveniente de fuentes fósiles mientras que el 22% restante proviene de energías renovables en donde gran parte de esta es generada por hidroeléctricas presentes en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Santander y Cundinamarca”²⁵ sin embargo esta dependencia a hidroeléctricas causa impactos negativos en las fuentes hídricas del país, además de que dependiendo de las condiciones ambientales presenta distintos inconvenientes afectando así la generación de energía y calidad de vida de quienes dependen de esta.

²² CANTILLO, Ernesto. Op. cit., p 81-88

²³ RODRIGUEZ, H. Op cit., p 83-89

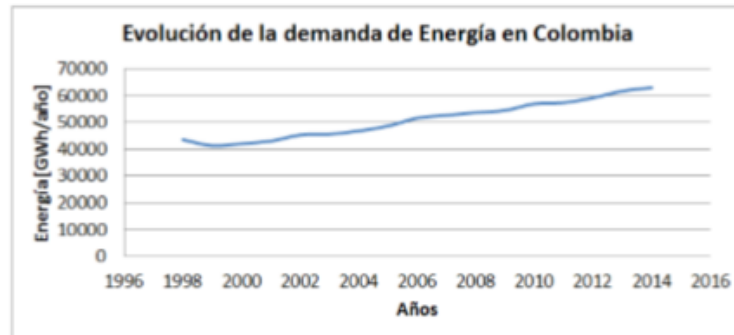
²⁴ RODRIGUEZ, H. Op cit., p 83-89

²⁵ GOMEZ, Jonnathan. La energía solar fotovoltaica en Colombia: Potenciales, antecedentes y perspectivas. [Repositorio digital]. Universidad Santo Tomas. Facultad de Ingeniería Mecánica. 2017. [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%C3%B3mez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

En cuanto a la demanda tradicional de la energía solar fotovoltaica para electrificación rural por parte del sector privado y personas naturales con propiedades rurales, en los últimos años no ha presentado un aumento significativo, la implementación de estas energías se ha mantenido constante, caso contrario ocurre con el estado el cual si ha presentado un gran interés por la implementación de este tipo de energías renovables y limpias en donde para los años entre el 2006 y 2010 llevo a cabo varios proyectos de electrificación rural principalmente en la Región Caribe del país²⁶.

En la siguiente grafica se muestra como para el año 2014 el crecimiento anual promedio de la demanda de energía solar fotovoltaica en Colombia fue de aproximadamente un 3.6% en los últimos 10 años²⁷.

Grafica 1. Evolución de la demanda de energía en Colombia.



Fuente: ÑUSTES, Wiston. Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. En: Revista Ingeniería y desarrollo. Vol. 17., Nro. Junio 2017. pp 37-48. [Consultado, 15 Junio 2019]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1785/1/PPS-529.pdf>

Con respecto a la oferta de energía solar fotovoltaica “para el año 2010 siguen vigentes las mismas empresas importadoras presentes en el año 2003”²⁸, es decir, no se ha presentado un aumento entre las empresas que hacen parte de la cadena de suministro (Distribución, ingeniería y soporte técnico) de la industria solar fotovoltaica en Colombia. Aunque para los últimos años diferentes empresas hayan nacido en el sector estas poco a poco han ido desapareciendo debido a que no se han enfocado en seguir invirtiendo en el sector o porque simplemente fueron creadas para abastecer una necesidad en específico y no siguieron en el mercado.

²⁶ CANTILLO, E. Op cit. 84.

²⁷ ÑUSTES, Wiston. Op. cit., p. 37-48.

²⁸ ICEX. Op cit., p 55

En la siguiente tabla se muestra las principales empresas importadoras de dispositivos semiconductores fotosensibles en Colombia, en donde muestra su inversión en USD y el porcentaje de participación de cada una de estas en la industria Colombiana.

Tabla 1. Principales empresas importadoras de células fotovoltaicas a Colombia en el año 2005.

EMPRESAS IMPORTADORAS DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES FOTOSENSIBLES		
EMPRESAS	INVERSIÓN (US\$)	%
Tenesol Colombia Ltda.	\$ 162.861,00	14,22%
Melco de Colombia Ltda.	\$ 147.220,00	12,85%
Coexito S.A.	\$ 123.645,00	10,80%
Colsein Ltda.	\$ 83.404,00	7,28%
BP Solar España Suc. L.A.	\$ 76.637,00	6,69%
Unión Temporal Fulgor Energía	\$ 70.356,00	6,14%
Componentes Electrónicas Ltda.	\$ 58.003,00	5,06%
Durespo S.A.	\$ 44.203,00	3,86%
Energías Integradas CIA. Ltda.	\$ 42.000,00	3,67%
Andcom Ltda.	\$ 38.920,00	3,40%
Satelitec and Solar Services - 3s	\$ 38.010,00	3,32%
Proyectos y desarrollo social	\$ 30.260,00	2,64%
Solar Center Ltda.	\$ 26.112,00	2,28%
Coaxesorios Ltda.	\$ 22.240,00	1,94%
Otros	\$ 181.390,00	15,84%
TOTAL	\$ 1.145.261,00	100%

Fuente: GOMEZ, Jonnathan. La energía solar fotovoltaica en Colombia: Potenciales, antecedentes y perspectivas. [Repositorio digital]. Universidad Santo Tomas. Facultad de Ingeniería Mecánica. 2017. [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%C3%B3mez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.3 PAÍSES EXPORTADORES DE PANELES SOLARES A NIVEL MUNDIAL

Entre los principales países exportadores de paneles solares y dispositivos fotovoltaicos a nivel mundial se encuentra como principal actor China seguido de Malasia, República de Corea, Japón y Alemania quienes para el año 2018 suman una participación del 63.3% en el mercado mundial.

En la siguiente tabla se encuentran los 10 principales países exportadores de paneles solares a nivel mundial cada uno con su correspondiente participación porcentual desde el año 2014 hasta el año 2018, así mismo se presenta su valor exportado para estos mismos años.

Tabla 2. Principales países proveedores de paneles solares a nivel mundial.

Exportadores	Valor exportado en 2014	Participación en % en 2014	Valor exportado en 2015	Participación en % en 2015	Valor exportado en 2016	Participación en % en 2016	Valor exportado en 2017	Participación en % en 2017	Valor exportado en 2018	Participación en % en 2018
Mundo	55,343,821	100	58,030,257	100	54,197,731	100	53,544,433	100	53,047,284	100
China	19,389,065	35.0	21,290,871	36.7	16,662,045	30.7	16,338,862	30.5	18,218,687	34.3
Malasia	3,420,863	6.2	3,931,029	6.8	4,386,716	8.1	4,020,013	7.5	4,511,729	8.5
República de Corea	3,419,963	6.2	3,633,217	6.3	4,164,387	7.7	4,613,563	8.6	4,308,266	8.1
Japón	4,535,930	8.2	4,032,257	6.9	3,908,783	7.2	3,883,660	7.3	3,953,362	7.5
Alemania	3,156,320	5.7	3,161,634	5.4	2,773,888	5.1	2,735,807	5.1	2,624,015	4.9
Estados Unidos	2,210,898	4.0	2,424,182	4.2	2,310,169	4.3	2,405,078	4.5	2,571,249	4.8
Países Bajos	1,855,747	3.4	1,720,695	3.0	1,756,812	3.2	2,145,962	4.0	2,378,076	4.5
Singapur	1,793,617	3.2	2,360,762	4.1	2,605,416	4.8	2,338,954	4.4	1,696,088	3.2
Vietnam	92,150	0.2	551,223	0.9	1,617,756	3	2,321,483	4.3	1,669,892	3.1
Tailandia	253,151	0.5	324,774	0.6	987,535	1.8	1,474,974	2.8	1,206,357	2.3

Fuente: PROCOLOMBIA. Rutas y tarifas de transporte. [Sitio web]. Colombia. Sec. Herramientas para el exportador. S.f. [Consultado, 28 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.colombiatrade.com.co/herramientas/rutas-y-tarifas-de-transporte>

Como se puede observar en la tabla anterior China es el principal país exportador de paneles solares a nivel mundial durante los últimos cinco años con una participación en el mercado de 34.3% en el 2018 la cual ha venido en aumento luego de sufrir un decrecimiento de cerca del 6% para el año 2006, así mismo, los siguientes principales exportadores como lo son Malasia, República de Corea y Japón, han presentado para los últimos años un incremento importante en la participación del mercado sumando entre ellos cerca del 24% de la participación total en Colombia.

2.4 PRINCIPALES PROVEEDORES DE PANELES SOLARES A COLOMBIA

En la siguiente tabla se encuentran los 10 países que cuentan más participación en cuanto a la provisión de paneles solares y dispositivos fotovoltaicos en Colombia desde el año 2014 hasta el 2018, donde se muestra la participación porcentual de cada uno de estos países y el valor importado para estas fechas.

Tabla 3. Principales países proveedores de paneles solares a Colombia.

Exportadores	Valor importado en 2014	Participación en % en 2014	Valor importado en 2015	Participación en % en 2015	Valor importado en 2016	Participación en % en 2016	Valor importado en 2017	Participación en % en 2017	Valor importado en 2018	Participación en % en 2018
Mundo	18,023	100	20,238	100	14,615	100	21,176	100	69,914	100
China	11,903	66	10,275	50.8	9,188	62.9	14,042	66.3	62,585	89.5
Polonia	46	0.3	420	2.1	909	6.2	1,837	8.7	1,952	2.8
Alemania	1,660	9.2	4,377	21.6	1,517	10.4	1,500	7.1	992	1.4
Estados Unidos	1,804	10	1,490	7.4	579	4	589	2.8	896	1.3
Indonesia	185	1	136	0.7	219	1.5	549	2.6	890	1.3
México	339	1.9	1,159	5.7	410	2.8	390	1.8	475	0.7
Singapur	35	0.2	69	0.3	23	0.2	40	0.2	403	0.6
Italia	177	1	230	1.1	208	1.4	290	1.4	370	0.5
República de Corea	134	0.7	180	0.9	496	3.4	223	1.1	352	0.5
Japón	385	2.1	400	2	281	1.9	334	1.6	197	0.3

Fuente: PROCOLOMBIA. Rutas y tarifas de transporte. [Sitio web]. Colombia. Sec. Herramientas para el exportador. S.f. [Consultado, 28 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.colombiatrade.com.co/herramientas/rutas-y-tarifas-de-transporte>

Como se puede observar en la tabla anterior, China cuenta con una participación porcentual del 89.5% y con un valor importado de 62,585 USD para el año 2018, siendo el principal actor en cuanto al ser el proveedor más grande de paneles solares en Colombia y mostrando un gran crecimiento de esta participación en comparación con los últimos años. Como se puede observar con respecto a los siguientes principales países proveedores estos han presentado un importante decrecimiento en cuanto a la participación para el año 2018 dándole así casi la totalidad del mercado a China. Por lo que, basado en esto, para la realización del proyecto se escogió a China como el único proveedor de los equipos necesarios para la realización e instalación de la red de abastecimiento de energía solar como lo son los paneles solares, las baterías, los inversores y demás equipos utilizados para esto.

3. ESTUDIO TÉCNICO

Los sistemas de energía solar son sistemas capaces de aprovechar la radiación solar para convertirla en energía eléctrica, por lo que al no comprometer el medio ambiente se trata de una energía limpia.

El aprovechamiento de este tipo de energía es generalmente usado para zonas no interconectadas o excluidas de la red eléctrica de la ciudad dando así un uso apropiado a los recursos naturales, en el siguiente cuadro se presentan algunas de las ventajas y desventajas de la energía solar.

Cuadro 2. Ventajas y desventajas de los sistemas de energía solar.

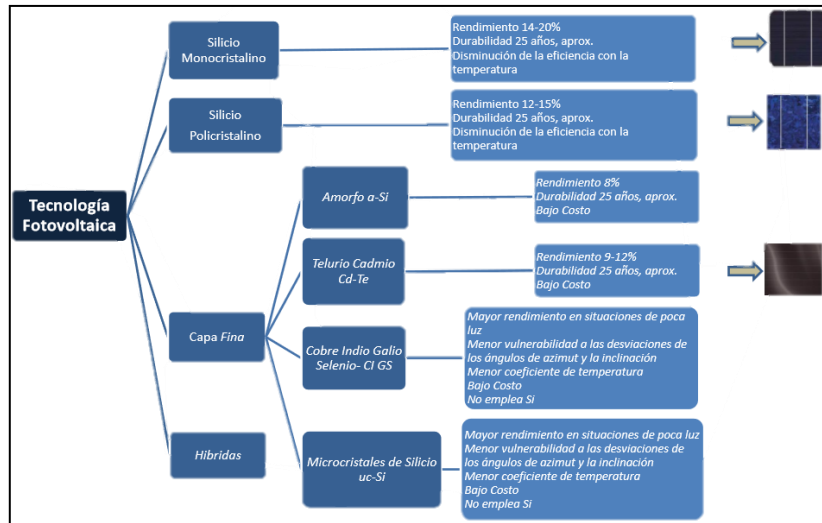
ENERGIA SOLAR	
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Fuente inagotable de energía.• Escaso impacto ambiental.• No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente.• Distribuida por todo el mundo.• No genera costos adicionales una vez instalada.• Independiente de las compañías suministradoras de energía.• Silenciosa.• Tiene vida útil superior a los 25 años.• Resistente a condiciones climáticas extremas.• No requiere mantenimiento complejo, solo limpieza del módulo solar.• Es capaz de aumentar la capacidad instalada y la autonomía de la instalación.• No consume combustible.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Se precisan sistemas de acumulación (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos.• Puede afectar ecosistemas debido a la extensión de tierra ocupada en caso de grandes instalaciones.• Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los modelos solares en el entorno.

Fuente: DOCUMENTS. Marco teórico energía solar. [Sitio web]. Sec. Energía Solar. 2016. [Consultado, 12 Julio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://es.documents.co/301298890/Marco-Teorico-Energia-Solar-FV>

Los sistemas de energía solar se dividen dependiendo las tecnologías utilizadas para los mismos, es decir los materiales y la manera en la que son fabricados, de esto depende también su rendimiento, duración y otras características.

A continuación, se presentará una descripción y características de cada producto, su funcionamiento, capacidades de trabajo y operación las cuales fueron definidas por el Centro de Desarrollo Energético Antofagaste (CDEA).

Grafica 2. Tipos y características de los paneles fotovoltaicos.



Fuente: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE. Energía solar fotovoltaica – Sistemas solares fotovoltaicos para la producción de electricidad. [Sitio web]. Santiago, CL. Sec. Proyectos. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.construccion-sustentable.cl/wp-content/uploads/2015/03/Presentaci%C3%B3n-2-Energ%C3%ADa-Solar-Fotovoltaica.pdf>

- **Capa fina:** “Esta tecnología se desarrolló con el fin de reducir los procedimientos tradicionales de fabricación asociadas a las altas pérdidas de cristal. Su eficiencia varía de entre el 7 y el 12% pero cuentan con una ventaja de menor variación de rendimiento con el cambio de temperatura, sin embargo, requiere de una mayor área para general la misma potencia que las monocristalinas”²⁹.
- **Concentración fotovoltaica:** “Utilizan un elemento óptico para concentrar la luz del sol entre 250 y 1000 veces, utilizando solo 1 cm² de celdas por unidad reduciendo en casi un 1000% la cantidad de material utilizado en su fabricación en comparación con los sistemas tradicionales, su eficiencia es de aproximadamente el 40% y su rendimiento no se ve afectado por los cambios de temperatura”³⁰.

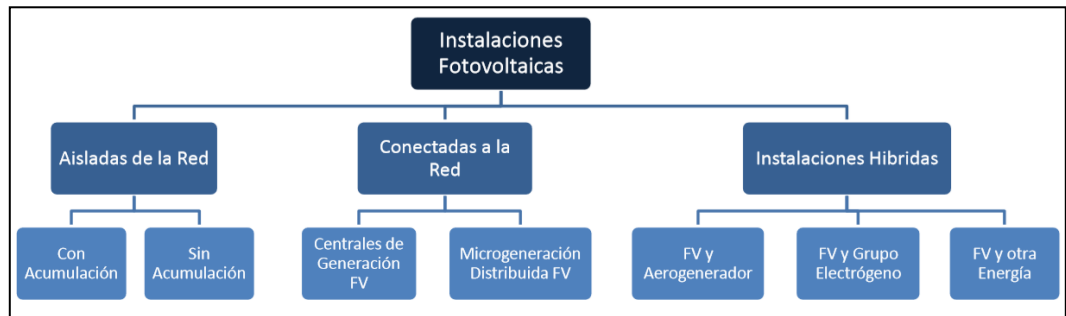
²⁹ EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE. Energía solar fotovoltaica – Sistemas solares fotovoltaicos para la producción de electricidad. [Sitio web]. Santiago, CL. Sec. Proyectos. S.f. p 9 [Consultado, 21 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.construccion-sustentable.cl/wp-content/uploads/2015/03/Presentaci%C3%B3n-2-Energ%C3%ADa-Solar-Fotovoltaica.pdf>

³⁰ Ibid. p 10.

- **Silicio monocristalino:** “Estas celdas se componen de secciones de cristal de silicio generalmente en forma circular o hexagonal, y con la superficie uniforme lo que genera mayores eficiencias en el mercado en la conversión de la luz solar en energía eléctrica, obteniendo eficiencias de hasta el 15%”³¹
- **Silicio policristalino:** “A diferencia de los monocristalinos su proceso de cristalización no es ordenada en todo el material, formando pequeñas partículas cristalizadas que reflejan la luz de manera no uniforme, con esta tecnología se obtienen eficiencias de entre 11 al 20%”³²

Estos sistemas de generación de energía solar son también divididos dependiendo de sus aplicaciones como se muestra en la siguiente gráfica.

Grafica 3. Diferentes aplicaciones de las instalaciones fotovoltaicas.



Fuente: EFICIENCIA ENERGETICA Y CONSTRUCCION SUSTENTABLE. Energía solar fotovoltaica – Sistemas solares fotovoltaicos para la producción de electricidad. [Sitio web]. Santiago, CL. Sec. Proyectos. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.construccion-sustentable.cl/wp-content/uploads/2015/03/Presentaci%C3%B3n-2-Energ%C3%ADa-Solar-Fotovoltaica.pdf>

Debido a que el presente proyecto pretende realizar un estudio para la instalación de paneles solares en zonas no interconectadas del país únicamente se realizara la descripción de las instalaciones aisladas de red, describiendo sus aplicaciones y elementos necesarios para su implementación.

Entre los elementos necesarios para un sistema de generación de energía aislada de red se encuentran, paneles fotovoltaicos, batería solar, regulador de carga e inversores aislados. Según el CDEA estos son definidos como:

- **Batería solar:** “Su función principal es la acumulación de energía producida durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en las noches o

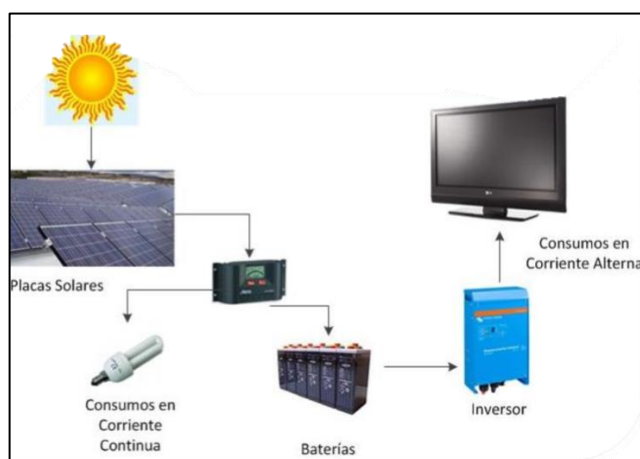
³¹ Ibid. p 7.

³² Ibid. p 8.

periodos prolongados de más tiempo, además, provee una intensidad de corriente superior a lo que un dispositivo fotovoltaico puede entregar. En el mercado existen gran variedad de estas entre las que se encuentran las baterías líquidas, de gel, tipo AGM y baterías de litio”³³.

- **Inversor aislado:** “Es utilizado para inyectar energía sin necesidad de una red eléctrica externa, utilizando para ello solo las baterías”³⁴.
- **Regulador de carga:** “Son los encargados de controlar el flujo de energía en conjunto y garantizan un cuidado óptimo de la batería”³⁵.

Figura 1. Distribución de los elementos de un sistema de generación de energía solar.



Fuente: EFICIENCIA ENERGETICA Y CONSTRUCCION SUSTENTABLE. Energía solar fotovoltaica – Sistemas solares fotovoltaicos para la producción de electricidad. [Sitio web]. Santiago, CL. Sec. Proyectos. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.construccion-sustentable.cl/wp-content/uploads/2015/03/Presentacion-2-Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf>

En la figura anterior se muestra la distribución de los elementos de un sistema de generación de energía solar donde se encuentran los elementos anteriormente descritos.

³³ Ibid. p 34.

³⁴ Ibid. p 39.

³⁵ Ibid. p 38.

3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR

Debido a que el proyecto se desarrollará como un piloto para la finca Vaguará ubicada en Putumayo, Colombia se realizará los cálculos correspondientes para el diseño de la instalación apropiada para el suministro de energía en el lugar.

Se empezará por delimitar el consumo a cubrir, se identificarán los parámetros geográficos, se establecerá el tipo de instalación apropiada y finalmente se realizará un diseño de la instalación del sistema de energía.

3.2 TOTAL DE CONSUMO DE ENERGÍA

Para realizar la instalación de energía solar fotovoltaica, primero se deberán establecer los sistemas que serán alimentados con esta, para este caso, se determinó que la instalación únicamente abastecerá el suministro de energía para el alumbrado tanto interno como externo del lugar, los sistemas de aire acondicionado con los que cuenta además de un 20% de más de energía en caso de presentarse algún inconveniente, adicional a esto se requiere que la instalación logre ser autosuficiente por al menos dos días.

Para ello, primero se determinó el consumo actual diario del lugar en donde se tuvo en cuenta que para el alumbrado interno se cuenta con un total de 20 aires acondicionados genéricos cada uno con un potencial de hasta 300 Watts y con un total de 150 bombillas led cada una con un potencial de 10 Watts cada una, en cuanto al alumbrado externo se cuenta con un total de 50 bombillas de 60 Watts cada una. En la siguiente tabla se muestra el total de energía la cual deberá abastecer la instalación considerando un rango de 20% de energía adicional.

Tabla 4. Total de energía a abastecer.

ALUMBRADO EXTERNO			
	Cantidad	Potencia[W]	TOTAL [W]
BOMBILLAS	50	60	3000
TOTAL			3000
ALUMBRADO INTERNO			
	Cantidad	Potencia[W]	TOTAL [W]
BOMBILLAS	150	10	1500
AIRE ACONDICIONADO	22	300	6600
TOTAL			8100
TOTAL			
ALUMBRADO INTERNO			3000
ALUMBRADO EXTERNO			8100
ENERGÍA ADICIONAL (20%)			2220
TOTAL			13320

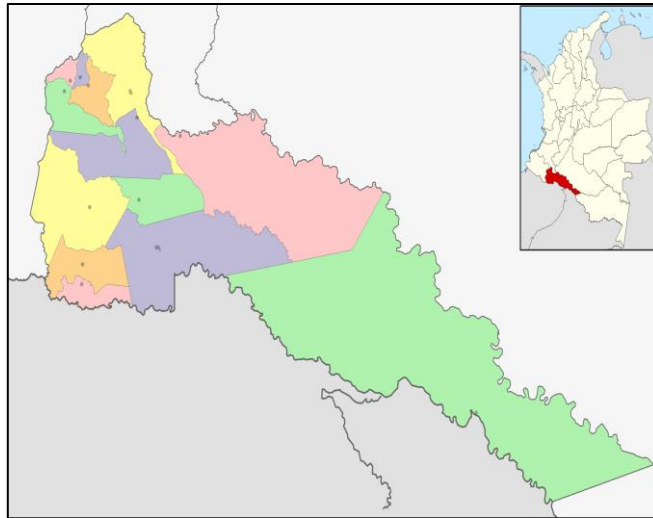
Fuente: Elaboración propia

3.3 PARÁMETROS GEOGRÁFICOS

“El Departamento de Putumayo está situado en el sur del país, en la región de la Amazonía, localizado entre 01°26'18" y 00°27'37" de latitud norte, y 73°50'39' y 77°4'58" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 25.648 km² lo que representa el 2.2 % del territorio nacional”³⁶.

Cuenta con una población de aproximadamente 345.204 habitantes de los cuales su capital Mocoa cuenta con la población de 42.074 habitantes (Proyección DANE, 2015). Además, está dividido en 13 municipios, 2 corregimientos, 56 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados.

Figura 2. Ubicación geográfica del departamento del Putumayo, Colombia.



Fuente: TODOCOLOMBIA. Departamento del Putumayo. [Sitio web]. Colombia. Sec. Putumayo. 21 Febrero 2019. Disponible en: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/putumayo/index.html>

En cuanto a la radiación solar en el departamento del putumayo, esta se encuentra en un rango de entre 1.440 y 1.800 KWh/m²/año como se puede observar en la siguiente tabla.

³⁶ TODOCOLOMBIA. Departamento del Putumayo. [Sitio web]. Colombia. Sec. Putumayo. 21 Febrero 2019. Disponible en: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/putumayo/index.html>

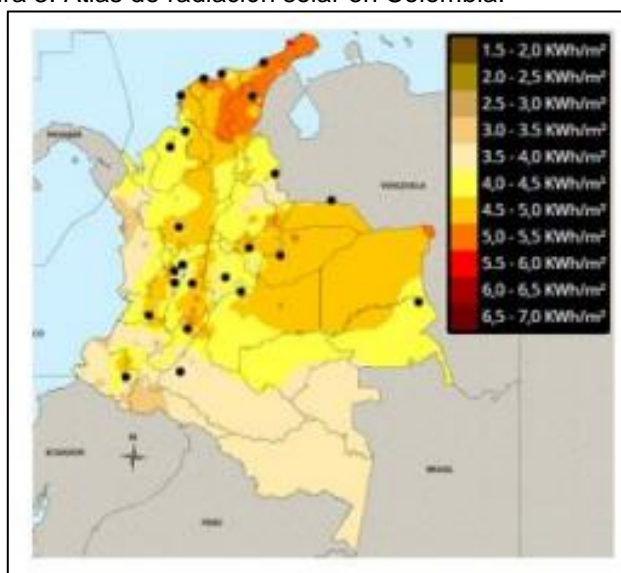
Tabla 5. Potencial de radiación solar por regiones en Colombia.

REGIÓN	<i>KWh/m²/año</i>
GUAJIRA	1.980-2.340
COSTA ATLÁNTICA	1.260-2.340
ORINOQUIA	1.440-2.160
AMAZONIA	1.440-1.800
ANDINA	1.080-1.620
COSTA PACIFICA	1.080-1.440

Fuente: UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA (UPME). Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE). [Sitio web]. Bogotá. CO. 30 Diciembre 2010. p 2-5 [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/994/1/Vol%201%20Plan%20Desarrollo.pdf>

Adicionalmente se muestra a continuación el atlas de radiación solar en Colombia en donde se puede observar la variación de radiación a lo largo del país.

Figura 3. Atlas de radiación solar en Colombia.

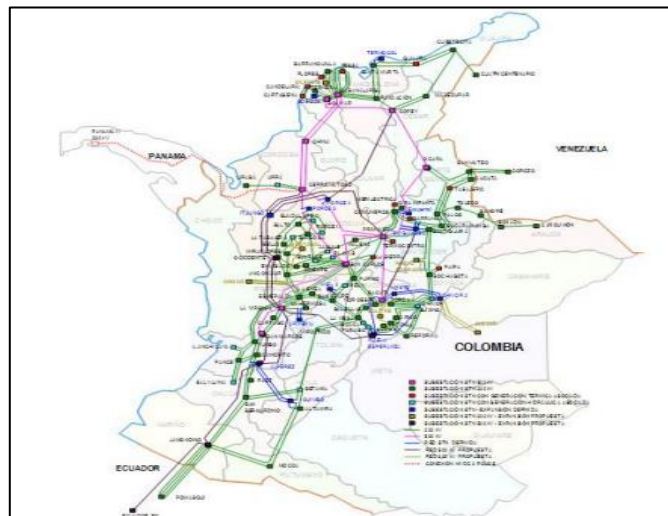


Fuente: INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Radiación solar. [Sitio web]. CO. Química de la atmosfera-Radiación solar. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

“El clima del Departamento de Putumayo es muy variado, debido principalmente a factores como la latitud, altitud, orientación de los relieves montañosos, los vientos, etc. Se caracteriza por las altas temperaturas superiores a los 27°C, con una precipitación promedio anual de 3.900 mm; todo el departamento tiene una humedad relativa del aire superior al 80%. Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos cálido, templado y bioclimático páramo”³⁷.

Y como se puede observar en la siguiente figura, el departamento del Putumayo Colombia no cuenta con una cobertura total de la red eléctrica del país, por lo que se buscan alternativas para dar solución a los problemas de abastecimiento de energía en la zona.

Figura 4. Mapa de la red eléctrica en Colombia.



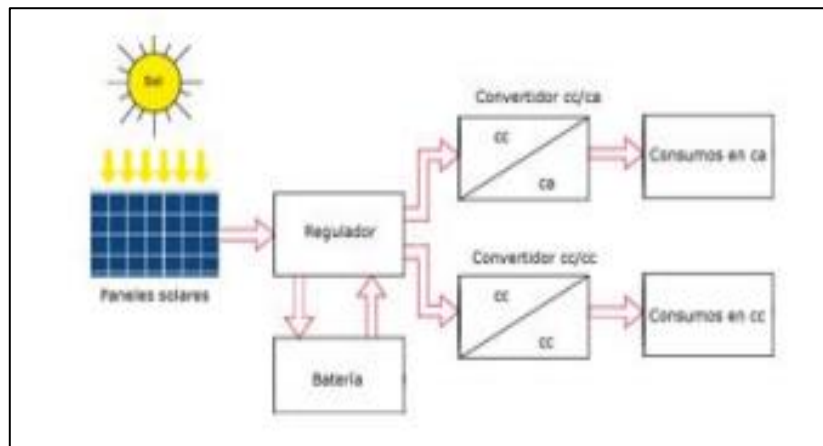
Fuente: UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA (UPME). Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE). [Sitio web]. Bogotá. CO. 30 Diciembre 2010. p 2-5 [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/994/1/Vol%201%20Plan%20Desarrollo.pdf>

³⁷ TODACOLOMBIA. Op cit.

3.4 TIPO DE INSTALACIÓN

Una planta de energía solar fotovoltaica según Cardozo³⁸ genera energía para consumos tanto de corriente continua como de corriente alterna mediante un depósito de energía. Estos equipos deberán ser alimentados durante las horas de mayor radiación solar, cargando así los acumuladores. Una instalación solar fotovoltaica cuenta con un generador fotovoltaico, regulador de voltaje, baterías y convertidores de energía el cual puede ser de corriente continua o de corriente alterna.

Figura 5. Instalación solar fotovoltaica.



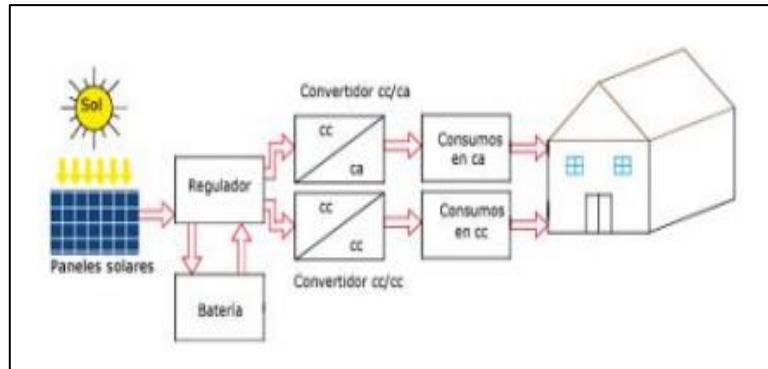
Fuente: CARDOZO, Darwin. Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la generación de energía en escuelas rurales de Norte de Santander. [Repositorio digital]. Maestría en Ingeniería Electrónica. 2017. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/43/74>

En una instalación solar fotovoltaica descentralizada, dice Cardozo³⁹ que cada casa recibe energía de solo generador, mientras que, en una instalación solar fotovoltaica centralizada un mismo generador proporciona energía a varias casas, como se puede observar en las siguientes figuras.

³⁸ CARDOZO, Darwin. Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la generación de energía en escuelas rurales de Norte de Santander. [Repositorio digital]. Maestría en Ingeniería Electrónica. 2017. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/43/74>

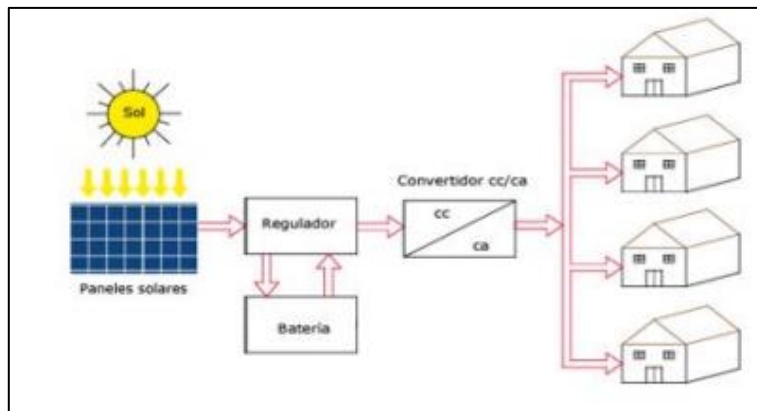
³⁹ CARDOZO, Darwin. Ibid. p. 52.

Figura 6. Instalación solar fotovoltaica descentralizada.



Fuente: CARDOZO, Darwin. Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la generación de energía en escuelas rurales de Norte de Santander. [Repositorio digital]. Maestría en Ingeniería Electrónica. 2017. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/43/74>

Figura 7. Instalación solar fotovoltaica centralizada.



Fuente: CARDOZO, Darwin. Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la generación de energía en escuelas rurales de Norte de Santander. [Repositorio digital]. Maestría en Ingeniería Electrónica. 2017. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/43/74>

Debido a que la instalación que se pretende realizar es para una finca el modelo más apropiado de instalación será la instalación solar fotovoltaica descentralizada, ya que mediante esta se lograra abastecer la suficiente energía para el alumbrado tanto externo como interno, además de aparatos electrónicos como lo son los aires acondicionados y adicional un 20% de energía de más de respaldo en caso de algún inconveniente.

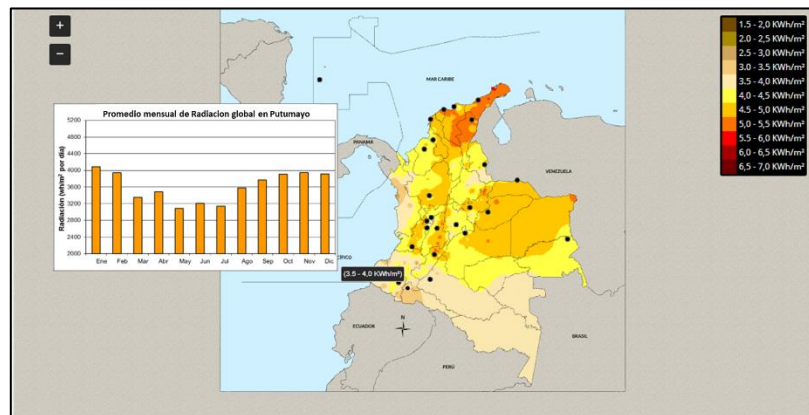
3.5 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA

Una vez determinado el modelo de la instalación que se realizará y conociendo el total de energía con el cual este deberá trabajar, se procedió a realizar la elección del tipo de paneles óptimos a ser usados, en este caso el criterio de elección fue el costo y eficiencia de los paneles por lo que debido a esto se eligieron del tipo de silicio policristalino, además de estos ser uno de los tipos de paneles más comúnmente usados en este tipo de instalaciones.

Se realizó una comparación entre tres paneles con diferentes potenciales de trabajo, entre los que se escogieron potencias de 150, 280 y 550 Watts para realizar un aproximado del costo de la instalación, para ello se eligió una batería de Gel de 12V-100Ah la cual tiene la capacidad de trabajar con estos tres tipos de paneles y por ultimo un inversor de onda sinusoidal de 24V que al igual que la batería tiene la capacidad de trabajar con los tres tipos de paneles elegidos además de no representar costos muy elevados para la instalación.

Para determinar la cantidad de paneles solares necesarios para abastecer el consumo de energía diario en el lugar es necesario conocer el promedio de horas solar pico en la región, el consumo diario de energía del lugar y el potencial del panel y su respectiva eficiencia.

Figura 8. Radiación solar en la región del Putumayo Colombia.



Fuente: INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Radiación solar. [Sitio web]. CO. Química de la atmosfera-Radiación solar. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

En la figura anterior se representa un promedio mensual de radiación solar por horas en la región del Putumayo donde se determinó que anualmente se cuenta con un promedio de hora solar pico de aproximadamente 3,6 horas, el cual será este el

dato utilizado para los cálculos correspondientes para establecer el número de paneles necesario en la instalación.

A continuación, se presentará los cálculos necesarios para determinar el número de paneles necesario, la intensidad de corriente con la que se deberá trabajar y la capacidad necesaria con las que deberán trabajar las baterías utilizadas teniendo en cuenta que estas deberán tener una capacidad de trabajo autónomo de 2 días.

3.5.1 Número de paneles solares.

Ecuación 1. Numero de paneles solares

$$No. \text{ Paneles} = \frac{E * 1,3}{HSP * Wp}$$

Donde:

E: Consumo de energía diario [W/día]

HSP: Hora solar pico [hora]

Wp: Potencial del panel [W]

1,3: Constante de proporcionalidad

3.5.2 Intensidad de corriente y capacidad de las baterías.

Ecuación 2. Intensidad de corriente de las baterías

$$Id = \frac{E}{Vt}$$

Donde:

Id: Intensidad de corriente [A]

E: Consumo de energía diario [W/día]

Vt: Tensión de trabajo [V]

Ecuación 3. Capacidad de las baterías

$$CB = \frac{T * Id}{0.7}$$

Donde:

CB: Capacidad de las baterías [A/día]

T: Horas de independencia [horas]

Id: Intensidad de corriente [A]

0.7: Constante de proporcionalidad

Conociendo el consumo de energía diario, y la batería a utilizar se pueden realizar los cálculos correspondientes para conocer la intensidad de corriente y capacidad

de trabajo de esta, la cual es apta para trabajar con paneles de diferentes capacidades como se muestra más adelante.

Tabla 6. Cálculos correspondientes a las baterías.

CALCULO DE BATERIAS		
Consumo	E [W/día]	13.320
Tensión de trabajo	Vt[V]	24
Intensidad corriente	de Id [A]	555
Días de autonomía	[días]	2
Intensidad corriente	de Id [A]	555
Capacidad batería	de la CB [A/hora]	33,03

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados por empresas importadoras de paneles solares.

Aplicando las anteriores ecuaciones, los resultados obtenidos para cada uno de los tres tipos de paneles de 150, 280 y 550W se muestran a continuación, además se muestra el área ocupada para cada uno de los tipos, y el costo total de este, teniendo en cuenta que los costos por unidad son \$362.000 \$505.000 y \$1.045.000 respectivamente. Además, se muestra el costo total de la instalación teniendo en cuenta el costo de las baterías y el inversor requerido.

Tabla 7. Costo de una instalación con paneles solares de 150W

NUMERO DE PANELES		
Consumo diario	E [W/día]	13.320
Horas solar pico	HSP [hora]	3,6
Potencia panel	Wp [W]	150
Eficiencia panel	%	15%
#Paneles		33
Área (m ²)	1,48m x 0,67m	32,72
COSTO		
PANEL (\$ 326.000 c/u)		\$ 10.758.000,00
BATERIA		\$ 905.000,00
INVERSOR		\$ 117.360,00
TOTAL (COP)		\$ 11.780.360,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados por empresas importadoras de paneles solares.

Según los resultados de la tabla anterior en donde fueron utilizados paneles de 150 W se puede observar que para cubrir el total de energía requerida serán necesarios un total de 33 paneles, cada uno con unas medidas de 1,48m x 0,67m, lo que ocupa un total de 32,72 m², y ya que el costo por unidad de los paneles es de 326.000,00 COP más el costo de la batería y el inversor, el costo total de la inversión en los equipos será de 11.780.360,00 COP.

Tabla 8. Costo de una instalación con paneles solares de 280W

NUMERO DE PANELES		
Consumo diario	E [W/día]	13.320
Horas solar pico	HSP [hora]	3,6
Potencia panel	W _p [W]	280
Eficiencia panel	%	20%
<hr/>		
#Paneles		18
Área (m ²)	1,65m x 0,992m	29,46
COSTO		
PANEL (\$ 505.000 c/u)	\$	9.090.000,00
BATERIA	\$	905.000,00
INVERSOR	\$	117.360,00
TOTAL (COP)		\$ 10.112.360,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados por empresas importadoras de paneles solares.

Para el caso de los paneles solares de 280 W, serán necesarias 18 unidades para cubrir el total de energía, debido a sus medidas de 1,65m y 0,992m ocupara un total de 29,46m² siendo un área menor en comparación con el anterior, incluso en precio, aunque el costo unitario es más elevado al ser de 505.000,00 COP, debido al menor número de paneles necesario, la inversión total en los equipos teniendo en cuenta la batería y el inversor será de 10.112.360,00 COP.

Tabla 9. Costo de una instalación con paneles solares de 550W

NUMERO DE PANELES		
Consumo diario	E [W/día]	13.320
Horas solar pico	HSP [hora]	3,6
Potencia panel	W _p [W]	550

Tabla 9. (Continuación)

Eficiencia panel	%	20%
#Paneles		9
Área (m ²)	1.99m x 1.23m	22,02
COSTO		
PANEL (\$ 1'045.000 c/u)		\$ 9.405.000,00
BATERIA		\$ 905.000,00
INVERSOR		\$ 117.360,00
		\$ 10.427.360,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados por empresas importadoras de paneles solares.

Por último, para el caso de los paneles solares de 550 W solo serán necesarios 9 unidades para lograr cubrir el total de energía, representando así una menor área superficial la cual por sus medidas de 1,99m x 1,12m cada uno será de 22,02m² que en comparación en los dos casos anteriores representa una diferencia significativa, en cuanto al costo total de la inversión en los equipos esta será de 10.427.360,00 COP teniendo en cuenta el costo de la batería y el inversor requeridos además de que el costo por unidad de los paneles solares es de 1.045.000,00 COP.

Debido a los resultados anteriores, se hará elección del tercer caso, es decir los paneles de 550 W ya que, aunque son un poco más costos que los de 280 W la diferencia en precio no es significativa, y si presenta una gran diferencia en el área superficial requerida para su instalación además del número necesario de paneles necesarios para lograr cubrir el total de energía necesaria.

4. LOGÍSTICA PARA LA COMERCIALIZACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS PANELES SOLARES EN LA REGIÓN DEL PUTUMAYO, COLOMBIA

En el presente capítulo se describirá la logística a seguir para lograr la realización del proyecto, en donde se describirán los tramites de importación requeridos en Colombia, además de los beneficios tributarios que se tienen por parte del gobierno a quienes desarrollen proyecto que contribuyan con la conservación del medio ambiente, se describirá también la manera en que se realizará el transporte al interior del país hasta el lugar de destino y finalmente las obligaciones a las que están sujetas ambas partes, tanto el proveedor como el comprador.

4.1 CONDICIONES DE ACCESO AL MERCADO

4.1.1 Tramites de importación. De acuerdo con encolombia⁴⁰ entre los pasos necesarios para realizar los trámites de importación a Colombia se encuentran:

Como primer paso para realizar importaciones a Colombia se deberá realizar un estudio de mercado, en donde se determinará la factibilidad económica de la importación analizando aspectos como precios en el mercado internacional costos de transporte entre otros.

Identificación del producto, donde se deberá verificar la subpartida arancelaria del producto a importar para conocer el gravamen arancelario impuesto sobre ventas y demás requisitos de importación, además de conocer si está sujeto a inscripción en entidades como ICA, Invima, Superintendencia de Industria y Comercio entre otras. En caso de requerir registro de importación este deberá ser realizado ante el Ministerio de Industria y Comercio el cual dependerá del valor de la mercancía o producto a importar.

Se deberán verificar los términos de negociación además de definir el medio de transporte internacional para el traslado de los productos, se deberá también definir puntos de entrada al país y almacenamiento mientras es realizado el proceso de nacionalización.

Para el proceso de nacionalización, una vez el producto se encuentre en Colombia en el Depósito Aduanero, se deberán solicitar permisos de autorización y demás documentos necesarios del producto como lo son la factura comercial, registro de

⁴⁰ ENCOLOMBIA. Tramites de importación. [Sitio web]. Colombia. Sec. Tramites. S.f. [Consultado, 14 Junio 2019] Disponible en: <https://encolombia.com/economia/economiacolombiana/tramitedeimpo/>

importación, certificado de origen según el producto, documentos de transporte entre otros.

4.1.2 Normatividad para las importaciones. Para realizar la importación de paneles solares a Colombia, según la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN los cuales están registrados con el código 8541.40.10.00 y tienen como descripción “8541.40: Dispositivos semiconductores fotosensibles, incluidas las células fotovoltaicas, aunque estén ensambladas en módulos o paneles; diodos emisores de luz (LED); 8541.40.10: Células fotovoltaicas, aunque estén ensambladas en módulos o paneles” en donde no se especifica ningún procedimiento adicional para realizar la importación del producto, además de poseer un gravamen arancelario del 0%⁴¹ donde según el Artículo 424. “Bienes que no causan impuestos” del Estado Tributario Nacional, los paneles solares y demás elementos de un sistema de energía solar “se hallan excluidos del impuesto y por consiguiente su venta o importación no causa el impuesto sobre las ventas.”⁴²

Tabla 10. Gravámenes vigentes en Colombia para el uso de energía solar.

Gravámenes Vigentes	Valor
Ad / Valorem	0%
Impuesto Selectivo al Consumo	0%
Impuesto General a las Ventas	16%
Impuesto de Promoción Municipal	2%
Derecho Especificos	N.A.
Derecho Antidumping	N.A.
Seguro	1.75%
Sobretasa	0%
Unidad de Medida:	U

Fuente: ADUANET. Medidas impositivas para las mercancías de la subpartida nacional establecidas para su ingreso al país.

⁴¹ BARON, Isleny. Formulación de un plan de negocios para importar módulos fotovoltaicos desde Alemania. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Negocios Internacionales. Universidad Piloto de Colombia. Facultad de ciencias sociales y empresariales. Bogotá. 2014. [Consultado, 14 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001307.pdf>

⁴²ESTATUTO TRIBUTARIO NACIONAL. Bienes que no causan impuesto. Diario Oficial. Impuesto sobre las ventas, IVA e impuesto nacional al consumo. Cap. III. Art. 424.

Además, se brindan diferentes beneficios tributarios en Colombia a personas o empresas que realicen importaciones que contribuyan con la implementación de energías alternativas. De acuerdo a la Ley 1715 del 2014⁴³, se establecen incentivos tributarios de proyectos relacionados con la Gestión Eficiente de la Energía GEE y proyectos de generación de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía FNCE, entre los que se encuentran:

- Exclusión del IVA, la cual aplica para todos los servicios, equipos, maquinarias y elementos cuyo fin sea la implementación de proyectos de generación de energía basados en fuentes alternativas, bien sea desde su etapa de reinversión, inversión y operación.
- Exención de pago de derechos arancelarios de importación a elementos, maquinaria, materiales, equipos, y otros insumos cuyo objeto de uso se encuentre relacionado con las actividades de preinversión y de inversión en proyectos con fuentes de energía alternativa y que deban ser importados estén exentos del pago de derechos arancelarios. Aplica únicamente para los recursos que son producidos únicamente en el extranjero.
- Teniendo en cuenta que estas exenciones deberán ser solicitadas a la DIAN con una antelación igual o superior a 15 días hábiles a la fecha de importación, aclarando el uso de estos elementos en proyectos de generación FNCE, adjuntando certificaciones emitidas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME).
- Depreciación acelerada de activos basada en el "**ARTÍCULO 2.2.3.8.5.1. Requisitos generales para acceder al incentivo de depreciación acelerada de activos. Aquellos Generadores de Energía a partir de FNCE que realicen nuevas inversiones en maquinaria, equipos y obras civiles adquiridos y/o construidos con posterioridad a la vigencia de la Ley 1715 de 2014, exclusivamente para las etapas de preinversión, inversión y operación de proyectos de generación a partir de FNCE, podrán aplicar el incentivo de depreciación fiscal acelerada, de acuerdo con la técnica contable, hasta una tasa anual global del veinte por ciento (20%)...**" (Ministerio de Energía - Régimen de Depreciación acelerada).
- Dedución de renta donde las organizaciones pueden deducir hasta un 50% del valor de la inversión en el desarrollo de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), distribuyendo dicha deducción de la declaración de renta de los siguientes 5 años a partir de la puesta en marcha del proyecto.

4.2 TRANSPORTE

Para realizar el transporte de los productos desde el país de origen en este caso China, hasta el país de destino el cual será Colombia, se realizara vía marítima entre los puertos de Shanghái-China y Buenaventura-Colombia, los cuales fueron escogidos debido a que el puerto de Shanghái-China es el principal puerto del país además de que gracias a su ubicación geográfica el recorrido hacia el puerto de Buenaventura-Colombia es menor comparado a otros puertos del país, por otro

⁴³ CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1715 de 2014 [13 Mayo 2014]. Integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Colombia. Diario Oficial Nro. 49.150. Cap. I. Art. 2º.

lado, el puerto de Buenaventura-Colombia el cual limita con el Pacífico Colombiano, conformado por dos muelles, la Sociedad Portuaria de Buenaventura y el Grupo Portuario S.A; fue escogido debido a la cercanía que presentaba con la región del Putumayo en comparación con los demás puertos en Colombia y así disminuir tanto costos de transporte marítimo como costos de transporte al interior del país. El recorrido se realizará directo y tendrá una duración de aproximadamente 13 días según reporte de exportaciones de procolombia, y debido al volumen ocupado por los equipos a transportar se realizará en un contenedor de 20 pies este tiene un costo aproximado de 850 USD sin contar el costo del transporte al interior de China los cuales serán asumidos por los proveedores.

Tabla 11. Reporte de rutas de transporte marítimo. China-Colombia.

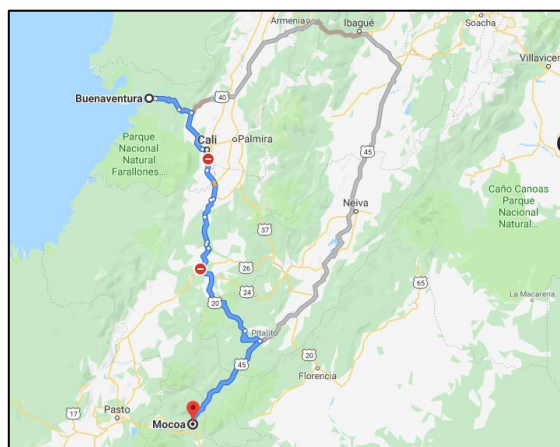
Pais Origen: China **Punto Embarque:** Shanghai
Pais Destino: Colombia **Punto Desembarque:** Buenaventura

Agente Comercial	Línea Marítima	Punto de Embarque	Punto de Desembarque	Conexiones	Frec. (Días)	Tiempo Tránsito (Días)	Tipo de Carga
Cma-cgm colombia	Cma-Cgm	Shanghai	Buenaventura	Directo	7	13	CONT 20', CONT 40', CONT 40' R, CONT 40' HC

Fuente: PROCOLOMBIA. Rutas y tarifas de transporte. [Sitio web]. Colombia. Sec. Herramientas para el exportador. S.f. [Consultado, 28 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.colombiatrade.com.co/herramientas/rutas-y-tarifas-de-transporte>

Una vez los productos se encuentren en el puerto de Buenaventura-Colombia estos serán llevados hasta Mocoa Putumayo mediante transporte de carga el cual tiene un costo aproximado de \$110,000 por tonelada según el ministerio de transporte, y una duración aproximada de 19 por la carretera 20 sin contar con las horas de carga y descarga del mismo.

Figura 9. Ruta Carretera 20. Buenaventura-Mocoa.



Fuente: GoogleMaps

4.3 OBLIGACIONES

Para el proceso de importación de los equipos desde China, el término a negociar como comprador será CIF (Costo, Seguro y Flete) donde según los Incoterms (Términos de comercio internacional) el exportador entrega la mercancía en el puerto de destino y además corre con el coste del seguro del transporte, es utilizado únicamente cuando el transporte es marítimo.

4.3.1 Obligaciones del vendedor. Según los incoterms⁴⁴ entre las obligaciones del vendedor se encuentran:

- Suministro de la mercancía de conformidad con el contrato; en donde el vendedor debe suministrar la mercancía y la factura comercial correspondiente de acuerdo con el contrato de compraventa.
- Licencias, autorizaciones y formalidades; el vendedor deberá asumir el trámite de licencias de exportaciones u otra autorización oficial a realizar además de todos los trámites aduaneros para la exportación de mercancías.
- Contratos de transporte y seguro; para el contrato de transporte el vendedor deberá contratar el transporte de la mercancía hasta el puerto del destino acordado; con respecto al contrato de seguro, el vendedor deberá contratar a sus expensas el seguro de la carga según lo acordado y proporcionar al comprador la póliza de seguro, donde el seguro debe cubrir al menos un 10% de más al precio previsto en el contrato teniendo en cuenta la moneda acordada en el contrato.
- Entrega; el vendedor debe entregar la mercancía a bordo del buque en el puerto y fecha del plazo acordado.
- Transmisión de riesgos; el vendedor debe correr con los riesgos de pérdida o daño de la mercancía solo hasta el momento que el buque sobrepase la borda del puerto de embarque acordado.
- Reparto de gastos; el vendedor deberá correr con los gastos relacionados con la mercancía hasta el momento que esta sea entregada en el puerto de embarque, deberá correr con los gastos de flete y costos de carga, costos de seguro, gastos de descargue de mercancía en el puerto destino que hayan sido

⁴⁴ COMERCIO EXTERIOR. Los incoterms. [Sitio web]. Sec. Comercio. S.f. p 20-22 [Consultado, 28 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.educaguia.com/apuntesde/comercio/incoterms.pdf>

acordados en el contrato de transporte y además deberá correr con los costos de trámites aduaneros de exportación.

- Aviso al comprador; el vendedor deberá dar aviso al comprador una vez la mercancía haya sido cargada a buque.
- Prueba de la entrega, documento de transporte o mensaje electrónico equivalente; el vendedor deberá proporcionar al comprador el documento de transporte para el puerto destino con el cual el comprador podrá reclamar la mercancía, en caso de haber acordado una prueba electrónica el documento será sustituido por un mensaje de intercambio electrónico de datos EDI.
- Comprobación, embalaje y marcado; el vendedor deberá correr con los costos relacionados a la verificación de mercancía es decir costos de comprobación de calidad, medida, peso entre otros necesario para la entrega de mercancía, además de correr con los costos de embalaje de ser necesario, y este deberá ser marcado adecuadamente.
- Otras obligaciones; el vendedor deberá prestar al comprador la ayuda necesaria para obtener cualquier documento relacionado con la importación de la mercancía, además de proporcionarle la información necesaria para obtener un seguro que cubra riesgos de guerra, disturbios entre otros en caso que el comprador lo solicite.

4.3.2 Obligaciones del comprador. Según los incoterms⁴⁵ entre las obligaciones del comprador se encuentran:

- Pago del precio; el comprador deberá pagar el precio de la mercancía según lo acordado en el contrato de compraventa.
- Licencias, autorizaciones y formalidades; el comprador deberá obtener la licencia de importación u otras autorizaciones, además de los trámites aduaneros para importación de mercancía.
- Contratos de transporte y seguro; el comprador no correrá con ninguna obligación de transporte y seguro hasta que la mercancía sea entregada al puerto de destino, una vez allí deberá correr con los gastos de transporte desde el puerto de destino al interior del país a donde desee llevar la mercancía.

⁴⁵ Ibid. p. 21.

- Recepción de la entrega; el comprador deberá aceptar la entrega de la mercancía y recibirla del transportista una vez llegue al puerto de destino acordado.
- Transmisión de riesgos; el comprador debe correr con los riesgos de pérdida o daño una vez el buque haya sobrepasado la borda en el puerto de destino.
- Reparto de gastos; el comprador debe correr con todos los gastos relacionados a la mercancía una vez esta haya sido entregada, deberá también asumir los gastos de descarga de la mercancía a no ser que este haya sido acordado ser responsabilidad del vendedor en el contrato de transporte, adicional a esto debe pagar los derechos, impuestos, cargas y gastos de despacho de importación.
- Prueba de la entrega, documento transporte o mensaje electrónico equivalente; el comprador debe aceptar el documento de transporte solo si es conforme al contrato.
- Inspección de mercancía; el comprador debe pagar los gastos de cualquier inspección previa al embarque a excepción de ser una inspección ordenada por las autoridades del país de exportación.
- Otras obligaciones; el comprador debe pagar los gastos contraídos para obtener documentos equivalentes.

4.4 ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN

Para el presente proyecto, debido a que es un piloto el cual se realizara en la finca Vaguará ubicada a 7 kilómetros de Mocoa Putumayo, la comercialización de los paneles solares se realizara como venta directa para el comprador, donde para este caso específico se evaluaron las condiciones geográficas y la cantidad de energía que se pretende generar a través de los paneles solares y todos los costos generados para la realización del proyecto. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con el piloto, se pretende ampliar la cobertura a mediano plazo a toda la región del Putumayo Colombia y a largo plazo a zonas no interconectadas de todo el país.

4.4.1 Compra de equipos. Como se determinó anteriormente la compra de los equipos será realizada a proveedores en China con quienes se pretenderá adquirir contratos de venta exclusiva para que sean ellos nuestros únicos proveedores de la maquinaria y equipos requeridos en proyectos posteriores.

4.4.2 Canales de distribución. Se pretende contar con una sucursal principal ubicada en la ciudad de Bogotá la cual funcionara como bodega a donde llegarán toda la maquinaria y equipos proveniente de China y se almacenará con el fin de tener equipos a disposición para el cliente en el momento en que este lo desee ya que las necesidades de cada uno serán diferentes. Y desde este punto se realizará la distribución hacia las zonas en donde se encuentre el consumidor final.

Con respecto a la distribución al interior del país se realizará vía terrestre mediante terceros, quien será una empresa prestadora de servicio de transporte, la cual se encargará de llevar la mercancía desde el puerto de Buenaventura hasta Bogotá, y de Bogotá hacia el punto de instalación final.

4.4.3 Comunicación y promoción del servicio. Los canales de comunicación que se emplearán para dar a conocer el servicio principalmente se darán a través de páginas web, en donde se permitirá generar un contacto entre empresa y cliente, y estarán exhibidos cada uno de los productos a ofrecer además de mostrar de manera sencilla los proyectos ya realizados para generar más confiabilidad al cliente. Adicional a esto se prestarán consultas con personal capacitado en el tema para el diseño de la instalación, pues para cada caso la cantidad de equipos a utilizar, así como el total de energía a cubrir será diferente, y necesitará de un diseño especial.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA

En el presente capítulo se evaluará la viabilidad financiera del plan de negocio para la comercialización e instalación de paneles solares en la región del Putumayo Colombia basado en el piloto de la instalación de paneles solares que se realizó a lo largo del presente proyecto.

5.1 INVERSIÓN INICIAL

Para conocer la inversión inicial del proyecto se tomó en cuenta el piloto propuesto en la región del Putumayo Colombia, en donde se determinó que para cubrir la totalidad de energía que se quería abastecer fueron necesarios 9 paneles solares, una batería y un inversor, además de utensilios necesarios para la instalación. A continuación, se presentará el presupuesto inicial teniendo en cuenta la totalidad del gasto de la maquinaria y equipos utilizados, la mano de obra requerida para la instalación y el total de costos de importación de los equipos.

Tabla 12. Inversión inicial del proyecto.

TALENTO HUMANO					
ITEM	\$/UNIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD DÍAS	TOTAL	FINANCIACION
Investigador	\$ 5.000,00	3	120	\$ 1.800.000,00	INVESTIGADOR
Personal operativo (Horas de trabajo)	\$ 8.000,00	8	7	\$ 1.344.000,00	INVESTIGADOR
Transporte (Bogotá-Mocoa)	\$ 82.500,00	3	-	\$ 247.500,00	INVESTIGADOR
Hospedaje	\$ 320.000,00	3	7	\$ 6.720.000,00	INVESTIGADOR
Alimentación	\$ 40.000,00	3	7	\$ 840.000,00	INVESTIGADOR
Dotación EPPS	\$ 250.000,00	3	-	\$ 750.000,00	INVESTIGADOR
Provisión de nomina	\$ 336.000,00	1		\$ 336.000,00	INVESTIGADOR
Parafiscales	\$ 483.840,00	1		\$ 483.840,00	INVESTIGADOR
TOTAL TALENTO HUMANO				\$ 12.521.340,00	
MAQUINARIA Y EQUIPO					
ITEM	\$/UNIDAD	CANTIDAD		TOTAL	FINANCIACION
Paneles solares (550W)	\$ 1.045.000,00		9	\$ 9.405.000,00	INVESTIGADOR
Baterías (24V - 150A/h)	\$ 905.000,00		1	\$ 905.000,00	INVESTIGADOR

Tabla 13. (Continuación)

Inversor (500W)	\$ 117.360,00	1	\$ 117.360,00	INVESTIGADOR
Soporte para paneles	\$ 1.200.000,00	1	\$ 1.200.000,00	INVESTIGADOR
Cables	\$ 5.000,00	50	\$ 250.000,00	INVESTIGADOR
Conectores	\$ 23.000,00	18	\$ 414.000,00	INVESTIGADOR
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			\$ 12.291.360,00	
OTROS GASTOS				
ITEM	\$/UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	FINANCIACION
Transporte equipos	\$ 1.500.000,00	2	\$ 3.000.000,00	INVESTIGADOR
Flete	\$ 110.000,00	0,5	\$ 55.000,00	INVESTIGADOR
Arancel	0%	0	\$ -	INVESTIGADOR
IVA por importaciones	16%	0	\$ -	INVESTIGADOR
TOTAL OTROS GASTOS			\$ 3.055.000,00	
TOTAL SIN IMPREVISTOS			\$	27.867.700,00
IMPREVISTOS (5%)			\$	1.393.385,00
TOTAL SOBRE COSTOS			\$ 29.261.085,00	
TOTAL PRECIO DE VENTA DEL PROYECTO (15%)			\$ 33.650.247,75	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior el costo total del piloto realizado para la finca Vaguará en la región del Putumayo Colombia es de 33.650.247,75 COP el cual será tomado como base para la realización de la proyección del flujo de caja del proyecto.

5.2 ESTRUCTURA DE COSTOS

Para la realización del flujo de caja del proyecto primero se deberá evaluar la estructura de costos de este, en donde se presentan los costos fijos y variables teniendo en cuenta el piloto anteriormente presentado incluyendo un margen de diferencia teniendo en cuenta que el costo por proyecto no es estándar.

Los costos fijos anuales del proyecto consisten en los costos asociados al alquiler de una bodega pequeña la cual será la sucursal principal del negocio y funcionará para el almacenaje de la maquinaria y equipos y el costo de los servicios públicos relacionados con esta, además de tener en cuenta el personal que para este caso será el gerente del proyecto y un(a) ayudante fijo ubicado en la bodega.

Tabla 13. Total costos fijos anuales del proyecto

COSTOS FIJOS ANUALES	
GERENTE	\$ 30.000.000,00
SECRETARIA	\$ 12.000.000,00
ARRIENDO	\$ 21.600.000,00
SERVICIOS	\$ 7.380.000,00
OTROS	\$ 4.200.000,00
PUBLICIDAD	\$ 1.440.000,00
TOTAL COSTOS FIJOS ANUALES	\$ 76.620.000,00

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos variables del proyecto estos dependerán de la necesidad del cliente por lo que se tomará como base los costos del piloto sin embargo se tomó en cuenta un margen de aproximadamente el 15% de diferencia de costos.

Tabla 14. Total costos variables por proyecto

COSTOS VARIABLES POR PROYECTO	
VIATICOS	\$ 8.557.500,00
FLETE	\$ 55.000,00
SALARIO OPERARIOS	\$ 4.032.000,00
OTROS	\$ 612.000,00
Equipos	\$ 12.291.360,00
PARAFISCALES	\$ 483.840,00
PROVISIONES DE NOMINA	\$ 336.000,00
IMPREVISTOS (5%)	\$ 1.318.385,00
TRANSPORTE PILOTO	\$ 1.500.000,00
MARGEN DE GANANCIA	\$ 4.405.155,00
TOTAL COSOS VARIABLES POR PROYECTO	\$ 33.650.247,75

Fuente: Elaboración propia

Para la realización del flujo de caja proyectado se tomaron dos escenarios en donde para el primer escenario se considerará una inversión inicial del costo total por proyecto más los costos fijos del plan de negocio, y para el segundo escenario se tomará como inversión inicial únicamente los costos asociados al proyecto y se evaluará realizar la inversión de la sucursal principal para el tercer año.

5.3 FLUJO DE CAJA

5.3.1 Flujo de caja primer escenario: Para la realización del flujo de caja del primer escenario este se realizó con una proyección para 6 años, en donde para el año 0 solo se tendrá en cuenta los costos del piloto realizado más la implementación de la sucursal principal.

Mientras que la proyección de ventas tendrá un incremento anual de 2 proyectos por año más un margen de incremento de ventas de 15 % anual y un incremento de costos del 5% anual en donde se consideran imprevistos que se puedan presentar en estos.

Tabla 15. Flujo de caja del escenario 1

AÑO	0	1	2	3	4	5	6
PROYECTOS	1	3	5	7	9	11	13
Flujo de caja año anterior	- \$110.392.855		-\$99.098.951	-\$78.919.864	- \$53.089.914	- \$23.717.637	\$7.819.883
INGRESOS							
Facturación promedio	\$116.516.350	\$194.193.916	\$271.871.483	\$349.549.049	\$427.226.616	\$504.904.182	
TOTAL INGRESOS	\$116.516.350	\$194.193.916	\$271.871.483	\$349.549.049	\$427.226.616	\$504.904.182	
COSTOS							
Costos fijos	\$76.620.000	\$80.451.000	\$84.473.550	\$88.697.228	\$93.132.089	\$97.788.693	
Costos variables	\$77.463.420	\$128.559.140	\$179.654.860	\$230.750.580	\$281.846.300	\$332.942.020	
TOTAL COSTOS	\$154.083.420	\$209.010.140	\$264.128.410	\$319.447.808	\$374.978.389	\$430.730.713	
UTILIDAD BRUTA	-\$147.959.925	-\$113.915.175	-\$71.176.791	- \$22.988.672		\$28.530.590	\$81.993.352
GASTOS							
Transporte de equipos	\$4.500.000	\$7.500.000	\$10.500.000	\$13.500.000	\$16.500.000	\$19.500.000	
TOTAL GASTOS	\$4.500.000	\$7.500.000	\$10.500.000	\$13.500.000	\$16.500.000	\$19.500.000	
UTILIDAD OPERACIONAL	-\$152.459.925	-\$121.415.175	-\$81.676.791	- \$36.488.672		\$ 12.030.590	\$ 62.493.352
Impuestos (35%)	-\$53.360.974	-\$42.495.311	-\$28.586.877	- \$12.771.035		\$4.210.706	\$21.872.673
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	-\$99.098.951	-\$78.919.864	-\$53.089.914	- \$23.717.637		\$7.819.883	\$40.620.679
INVERSION	\$110.392.855						
FLUJO DE CAJA	-\$110.392.855	-\$99.098.951	-\$78.919.864	-\$53.089.914	- \$23.717.637	\$7.819.883	\$40.620.679

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el flujo de caja anterior, si se realiza la inversión inicial del proyecto teniendo en cuenta el funcionamiento de la sucursal principal desde el inicio de este, se observa como para los primeros años no se generan utilidades sino hasta el quinto año, por lo que para estos primeros 4 años se deberá contar con un musculo financiero fuerte para su sostenimiento.

5.3.2 Flujo de caja segundo escenario: Para la realización el flujo de caja en el segundo escenario se contará con las mismas características de incremento anual de proyectos y margen de incremento de ventas y costos que el anterior.

Sin embargo, en este caso la inversión para la sucursal principal se realizará en el año 3 cuando se cuente con unos ingresos suficientes que logren sostener económicamente el negocio.

Tabla 16. Flujo de caja del escenario 2.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6
PROYECTOS	1	3	5	7	9	11	13
Flujo de caja año anterior	-	\$33.772.855	\$507.049	\$38.117.186	\$1.271.976	\$16.977.639	\$39.899.863
INGRESOS							
Facturación promedio	\$116.516.350	\$194.193.916	\$271.871.483	\$349.549.049	\$427.226.616	\$504.904.182	\$504.904.182
TOTAL INGRESOS	\$116.516.350	\$194.193.916	\$271.871.483	\$349.549.049	\$427.226.616	\$504.904.182	\$504.904.182
COSTOS							
Costos fijos					\$80.451.000	\$84.473.550	\$88.697.228
Costos variables	\$77.463.420	\$128.559.140	\$179.654.860	\$230.750.580	\$281.846.300	\$332.942.020	\$332.942.020
TOTAL COSTOS	\$77.463.420	\$128.559.140	\$179.654.860	\$311.201.580	\$366.319.850	\$421.639.248	\$421.639.248
UTILIDAD BRUTA	\$5.280.075	\$66.141.825	\$130.333.809	\$39.619.445	\$77.884.405	\$123.164.798	\$123.164.798
GASTOS							
Transporte de equipos	\$4.500.000	\$7.500.000	\$10.500.000	\$13.500.000	\$16.500.000	\$19.500.000	\$19.500.000
TOTAL GASTOS	\$4.500.000	\$7.500.000	\$10.500.000	\$13.500.000	\$16.500.000	\$19.500.000	\$19.500.000
UTILIDAD OPERACIONAL	\$780.075	\$58.641.825	\$119.833.809	\$26.119.445	\$61.384.405	\$103.664.798	\$103.664.798
Impuestos (35%)	\$273.026	\$20.524.639	\$41.941.833	\$9.141.806	\$21.484.542	\$36.282.679	\$36.282.679

Tabla 17. (Continuación)

UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		\$507.049	\$38.117.186	\$77.891.976	\$16.977.639	\$39.899.863	\$67.382.119
INVERSION	\$33.772.855			\$76.620.000			
FLUJO DE CAJA	- \$33.772.855	\$507.049	\$38.117.186	\$1.271.976	\$16.977.639	\$39.899.863	\$67.382.119

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el flujo de caja anterior, si se trabajan los primeros años sin contar con un inmueble de almacenamiento ya que la cantidad de proyectos a realizar anualmente no lo requiere, se verá un incremento en las utilidades del negocio haciéndolo económicamente sostenible.

Por lo que debido a los resultados obtenidos se trabajará con el segundo escenario para realizar la evaluación financiera del proyecto.

5.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

5.4.1 Tasa interna de oportunidad (TIO). Se refiere a la tasa mínima de retorno que un inversionista está dispuesto a aceptar. Por lo que para el presente trabajo se propuso una TIO del 15%

5.4.2 Tasa interna de retorno (TIR). “Es aquella por la cual se expresa el beneficio neto que proporciona una determinada inversión en función de un porcentaje anual, que permite igualar el valor actual de los beneficios y costos y, en consecuencia, el resultado del VAN es igual a cero. Si la TIR es igual o sobrepasa el costo estimado de oportunidad o de sustitución de capital, la inversión permitirá, por lo menos, recuperar todos los gastos”⁴⁶

Ecuación 4. Tasa Interna de Retorno

$$VAN = I - \sum_{T=0}^n \frac{FCNn}{(1 + TIR)^n}$$

⁴⁶ MORA, Armando. Matemáticas Financieras: Documentos Financieros. 2. ed. Buenos Aires: Grupo Guía S.A, 2004. p. 239. ISBN 958-682-562-0. [Consultado, Julio, 2019]. Libro físico.

Donde:

TIR: Tasa interna de retorno

FCNn: Flujo de caja neto en el periodo

n: Numero del periodo

I: Inversión inicial

VAN: Valor actual neto

Una vez aplicadas las formulas correspondientes para la TIR y el VAN los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 17. Resultados obtenidos para la evaluación financiera

TIO	15,00%
TIR	47,92%
VAN	\$ 55.001.923,96

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la TIR fue de 47,92% el cual comprado con el valor de la TIO es superior, lo que significa que si $TIR > TIO$ se generaran utilidades en el proyecto.

5.4.3 Valor actual neto (VAN). El VAN de una inversión es igual a la suma algebraica de los valores actualizados de los flujos netos de caja asociados a esa inversión. Si el VAN de una inversión es positivo, la inversión debe aceptarse y rechazarse de ser negativo⁴⁷

Ecuación 5. Valor Actual Neto

$$VAN = I - \sum \frac{FCN}{(1+i)^n}$$

Donde:

VAN: Valor actual neto

FCN: Flujo de caja neto

i: Tasa de interés

n: Numero de periodo

⁴⁷ MORA, Armando. Ibid. p 238

El resultado para el VAN es de \$55.001.923,96 COP donde se evidencia que el proyecto si genera utilidades indicando la viabilidad de este.

6. CONCLUSIONES

- Colombia posee las condiciones naturales óptimas para el desarrollo del sector energético mediante fuentes no convencionales, sin embargo, aún no se ha dado un estímulo a la población para realizar inversión en el sector por lo que actualmente solo se cuentan con sistemas autónomos desconectados de la red eléctrica, además de falta de apoyo y acompañamiento gubernamental para la implementación de estos proyectos.
- La implementación de nuevas políticas para energías renovables permitirá el desarrollo de proyectos que fomenten la energización a zonas no interconectadas del país contribuyendo en aspectos ambientales, sociales y económicos, así como un aumento en la calidad de vida de los habitantes del sector.
- Debido a la inestabilidad de fuentes de energía usadas actualmente en el país en zonas rurales o zonas no interconectadas de este, es importante diversificar la canasta energética nacional.
- Basado en los resultados obtenidos en la evaluación financiera y los valores obtenidos en los indicadores TIR y VAN se puede determinar la viabilidad económica del proyecto al realizar una inversión para el inmueble en el tercer año cuando ya se cuente con los ingresos suficientes para esta.

BIBLIOGRAFÍA

BARAHONA, Rodrigo. Autonomía energética, conversión del movimiento corporal en electricidad. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Diseño Industrial. Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Santiago de Chile. 2009. p 7. [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-barahona_t/pdfAmont/aq-barahona_t.pdf

BARON, Isleny. Formulación de un plan de negocios para importar módulos fotovoltaicos desde Alemania. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Negocios Internacionales. Universidad Piloto de Colombia. Facultad de ciencias sociales y empresariales. Bogotá. 2014. [Consultado, 14 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001307.pdf>

CANTILLO, Ernesto. Diagnostico técnico y comercial del sector solar fotovoltaico en la región Caribe Colombiana. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Magister en Mercadeo. Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla. 2011. p 82-88 [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/1272>

CARDOZO, Darwin. Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la generación de energía en escuelas rurales de Norte de Santander. [Repositorio digital]. Maestría en Ingeniería Electrónica. 2017. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/43/74>

CETSA. Energía de calidad, energía solar y eficiencia energética. [Sitio web]. CO. Sec. Soluciones energéticas. S.f. [Consultado, 12 Julio 2019]. Disponible en: <https://www.celsia.com/>

COMERCIO EXTERIOR. Los incoterms. [Sitio web]. Sec. Comercio. S.f. p 20-22 [Consultado, 28 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.educaguia.com/apuntesde/comercio/incoterms.pdf>

CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1715 de 2014 [13 Mayo 2014]. Integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Colombia. Diario Oficial Nro. 49.150. Cap. I. Art. 2º.

CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 697 de 2001. [5 Octubre 2001]. Uso racional y eficiente de la energía. Bogotá. Diario Oficial Nro. 44.573 Art. 3º

CONGRESO DE LA REPUBLICA. PODER PUBLICO-RAMA LEGISLATIVA. Ley 855 de 2003. [18 Diciembre 2003]. Zonas no interconectadas. Diario Oficial Nro. 45.405. Art. 1º.

DOCUMENTS. Marco teórico energía solar. [Sitio web]. Sec. Energía Solar. 2016. [Consultado, 12 Julio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://es.documents.co/301298890/Marco-Teorico-Energia-Solar-FV>

EFICIENCIA ENERGETICA Y CONSTRUCCION SUSTENTABLE. Energía solar fotovoltaica – Sistemas solares fotovoltaicos para la producción de electricidad. [Sitio web]. Santiago, CL. Sec. Proyectos. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019] Archivo en pdf. Disponible en: <http://www.construccion-sustentable.cl/wp-content/uploads/2015/03/Presentaci%C3%B3n-2-Energ%C3%ADa-Solar-Fotovoltaica.pdf>

ENCOLOMBIA. Tramites de importación. [Sitio web]. Colombia. Sec. Tramites. S.f. [Consultado, 14 Junio 2019] Disponible en: <https://encolombia.com/economia/economiacolombiana/tramitedeimpo/>

ESTATUTO TRIBUTARIO NACIONAL. Bienes que no causan impuesto. Diario Oficial. Impuesto sobre las ventas, IVA e impuesto nacional al consumo. Cap. III. Art. 424.

GOMEZ, Jonnathan. La energía solar fotovoltaica en Colombia: Potenciales, antecedentes y perspectivas. [Repositorio digital]. Universidad Santo Tomas. Facultad de Ingeniería Mecánica. 2017. [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%C3%B3mez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ICEX. Energías renovables en Colombia. [Sitio web]. CO. Sec. Energía renovable. S.f. [Consultado, 23 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName...site=icexES>

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Radiación solar. [Sitio web]. CO. Química de la atmosfera-Radiación solar. S.f. [Consultado, 21 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

ÑUSTES, Wiston. Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. En: Revista Ingeniería y desarrollo. Vol 17., Nro. Junio 2017. pp 37-48. [Consultado, 15 Junio 2019]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1785/1/PPS-529.pdf>

ORTIZ, Diana. Una revisión a la reglamentación e incentivos de las energías renovables en Colombia. [Repositorio digital] Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada. 2012. [Consultado, 3 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfce/article/view/2164/1766>

PEREZ, E. Utilización de fuentes alternas de energía en zonas no interconectadas. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE). [Consultado, 12 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/Utilización-de-fuentes-alternas-de-energia-en-zonas-no-interconectadas.pdf>

PROCOLOMBIA. Rutas y tarifas de transporte. [Sitio web]. Colombia. Sec. Herramientas para el exportador. S.f. [Consultado, 28 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.colombiatrader.com.co/herramientas/rutas-y-tarifas-de-transporte>

SANTAMARTA, José. Las energías renovables son el futuro. [En línea]. 2010. p 34-39 [Consultado, 15 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/511.pdf>

TODOCOLOMBIA. Departamento del Putumayo. [Sitio web]. Colombia. Sec. Putumayo. 21 Febrero 2019. Disponible en: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/putumayo/index.html>

UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA (UPME). Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE). [Sitio web]. Bogotá. CO. 30 Diciembre 2010. p 2-5 [Consultado, 15 Junio 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/994/1/Vol%201%20Plan%20Desarrollo.pdf>