Selección De Un Sistema Solar Fotovoltaico Para Una Comunidad De Estratos Bajos Del Departamento Del Atlántico

Selection of a photovoltaic solar system for a community of low strata of the department of Atlántico

K. Palmera*, V. Solano*, M. Solano*, D. Villero*, D. Marriaga* & I. Niño**

[Kevin.palmera, Valeria.solano, M.solano, Daniela.villero, Diana.marriaga] @unisimon.edu.co

**Estudiantes de Ingeniería industrial y **docente investigador
Universidad Simón Bolívar, Barranquilla-Colombia.*

Resumen

El proyecto contempla el diseño y selección de un sistema no convencional de energía a partir del uso de paneles fotovoltaicos los cuales captan la radiación solar y la transforma en energía eléctrica, con el objetivo de satisfacer parte del consumo de una comunidad de bajos recursos, contribuir al incremento de la calidad de vida de sus moradores y disminuir el impacto ambiental. El sistema será del tipo Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red. Con el fin de definir el proyecto se utilizará una metodología en base a fuentes de información secundaria para dimensionar el alcance y generar la ingeniería de detalle para dar cumplimiento a sus objetivos e impactos esperados, económicos, sociales y ambientales. Como punto de partida se obtendrá la carga instalada de cada una de las viviendas de la comunidad, y otras informaciones que permitan mediante software especializado calcular los diferentes componentes del sistema (paneles, inversor, regulador, medidor, etc.) Posterior a la implementación del sistema se realizará monitoreo por un determinado periodo de tiempo de la actividad energética.

Palabras clave:

Sistema fotovoltaico, Inversor, regulador

I. INTRODUCCION

El presente proyecto está enmarcado en el campo de las energías renovables que brindan una alternativa de energía mediante la implementación de paneles solares fotovoltaicos para una comunidad que no tiene acceso a electricidad y de esta manera dándoles una mejor calidad de vida.

Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales e inagotables como el sol. [1] La energía solar es una de las fuentes de la vida y el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la ener

gía
equi
vale
nte a
vari
os
mile
s de
vece
s la
canti
dad
que
cons

Abstract

The project contemplates the design and selection of an unconventional energy system from the use of photovoltaic panels which capture solar radiation and transform it into electrical energy, with the aim of satisfying part of the consumption of a low-income community, contributing to increase the quality of life of its inhabitants and reduce the environmental impact. The system will be of the type Photovoltaic Systems Connected to the Grid. In order to define the project, a methodology based on secondary information sources will be used to size the scope and generate detailed engineering to comply with its objectives and expected impacts. economic, social and environmental. As a starting point, the installed load of each of the homes in the community will be obtained, and other information that allows, through specialized software, to calculate the different components of the system (panels, inverter, regulator, meter, etc.) After the implementation of the system will be monitored for a certain period of time of the energy activity.

Keywords:

Photovoltaic system, Inverter, regulator.

ume toda la humanidad. De ahí que la radiación solar, recogida de forma adecuada con paneles solares, puede transformarse en otras formas de energía.

En este proyecto se realizó con el interés de ofrecer una alternativa más amigable con el medio ambiente para una comunidad que no cuenta con electricidad, escogiendo como fuente de energía a la energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos que se encargan de transformar de manera directa la energía que proviene de la radiación solar por electricidad. Se examinaron todos los antecedentes a nivel local, nacional y global, brindándonos un gran balance de investigación.

II. ESTADO DEL ARTE

Aunque la energía solar sólo representa el 1% del suministro de energía eléctrica en todo el mundo, como se muestra en la figura 1, se prevé un rápido y significativo crecimiento de su implantación, basado en el actual desarrollo de la tecnología y el compromiso medioambiental de los países más desarrollados

La pertinencia de este proyecto radica en la importancia de emprender iniciativas que propendan por la implementación de tecnologías que permitan generar energía a partir de fuentes renovables. La energía solar fotovoltaica es por su parte, una de las fuentes más prometedora en el mundo, y comparada con las fuentes no renovables, las ventajas son claras: contamina menos, no tiene partes móviles que analizar y no requiere de mucho mantenimiento por lo que la integración de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica conectado a la red tendrá un impacto de gran relevancia en la disminución del

consumo de energía eléctrica de la red pública, sin limitaciones en su uso y aplicación, ya que se podrá generar su propia energía eléctrica de una forma segura y económica.

la energía solar pasó de ser una tecnología marginal a ser efectivamente la dominante en lo que hace a nueva generación de electricidad. Importantes ONG como Greenpeace se quedaron cortas en las estimaciones sobre el aporte de la energía solar al sistema eléctrico. En este sentido, la organización ambientalista preveía que para este 2020 habría 335 mil megavatios de capacidad fotovoltaica que iluminaría a unos 64 millones de hogares; un incremento del 737% con respecto a 2010. Para el cierre del 2018 la cifra oficial indicaba que estaban instalados 486 mil megavatios en todo el mundo, lo suficiente para suministrar energía eléctrica a más de 91 millones de hogares estadounidenses, los más demandantes del

planeta. Se evidencia entonces la importancia de implementar proyectos encaminados a implementar tecnologías de sistemas fotovoltaicos ya sean aislados o conectados a la red.

Para iniciar con el proyecto de investigación, debemos recurrir a investigaciones las cuales nos aportan conocimientos sobre proyectos ya realizados y que han arrojado una serie de resultados que nos pueden ser útil en el desarrollo del proyecto que se pretende realizar. A continuación, se presentan una lista de proyectos más significativos desarrollados a nivel local, nacional y mundial.

A. Nivel local

1. Evaluación De Políticas Energéticas Para La Sostenibilidad Económica De Sistemas Fotovoltaicos Conectados A Red De La Ciudad De Barranquilla.

La tendencia del crecimiento de energía eléctrica es bastante significativa por la construcción de viviendas, edificios, empresas y demás, por sus respectivas necesidades con el uso de energía. En este proyecto se plantea hacer un sistema de reducción energética que favorezca el medio ambiente, construido con técnicas modernas y mecanismos para su funcionamiento, para ello debemos considerar las zonas de mayor impacto energético en la ciudad de Barranquilla y proponer las fuentes renovables que se van a utilizar y evaluar las políticas energéticas para la generación solar en las zonas. Se consideraron varios factores al momento de desarrollar la evaluación del proyecto en el lugar de estudio, se realiza teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la ciudad y haciendo análisis técnico de los arreglos fotovoltaicos y buscar estar entre los mejores marcos a nivel mundial para venta de energía generada con paneles fotovoltaicos [2].

2. Diseño Experimental De Un Sistema Tradicional De Panel Solar De Pequeña Escala Ubicado En La Ciudad De Barranquilla.

A través de este estudio lo que se busca, es contribuir con el medio ambiente, utilizando fuentes de energías renovables, para lograr reducir el impacto medioambiental. La energía solar es una las fuentes renovables más conocida en la actualidad, es uno de los métodos más limpios para la elaboración de energía. Los paneles solares con celadas fotovoltaica es uno de los métodos del cual nos ayudan a convertir la energía solar a energía eléctrica, sin que este cambio produzca algún efecto peligroso al

medio ambiente. En este proyecto se implementó un sistema de paneles solares a pequeña escala para un conjunto de viviendas de interés prioritario que se proyectan en la ciudad de Barranquilla. Por otra parte, se midieron variables como la temperatura en las diferentes horas del día, analizando a través de ellas cómo funciona la radiación y evaluando la capacidad con la que captan el vapor para calentar el agua de uso sanitario, De esta manera se ahorra combustible, lo que ha causado gran impacto en el efecto invernadero. El objetivo de este sistema es aprovechar la facilidad económica que nos brinda, aprovechar los beneficios que tiene para el planeta con la idea de que en el futuro se puedan implementar los actuales sistemas para tal fin [3].

3. Cesar con alto potencial de energía solar:

Tras la construcción de la granja solar en El Paso (Cesar), la más grande construida en el país hasta ahora, expertos en energías limpias destacaron el alto potencial de este departamento para generar energía fotovoltaica. La empresa Enel Green Power, encargada de construir este importante proyecto fotovoltaico, considera que con las condiciones del Cesar y la apuesta que se está haciendo allí por la energía renovable, se pueden desarrollar proyectos de este tipo más grandes y beneficiosos para la comunidad. La planta fotovoltaica de el paso es la primera de despacho central y la más grande construida en el país hasta el momento, de 86 megavatios pico (mwp) –tamaño medio– con asignaciones de energía en firme por 240.000 kilovatios-hora (kwh) por día y un área de 270 hectáreas, en la que se encuentran instalados 250.000 paneles solares. Según los expertos, el Cesar tiene grandes ventajas que lo posicionan como una región idónea para el desarrollo de proyectos en energías renovables, y específicamente fotovoltaicas. Entre estas se cuentan los altos niveles de radiación solar, la disponibilidad de terreno, una infraestructura confiable y el apoyo de autoridades locales como Corpocesar [4].

4. Proyecto Nazareth La guajira Colombia:

Hasta mediados de 2011, los poblados de Nazareth y Puerto Estrella en la región de La Guajira (Colombia), con una población superior a los 2000 habitantes, no gozaban de la prestación del servicio de energía eléctrica a pesar de contar con grupos electrógenos. Los altos precios del petróleo y la dificultad de acceso a estos corregimientos dificultaban y encarecían el suministro eléctrico de esta zona no interconectada, con lo que sus habitantes tenían una calidad de vida muy limitada. El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones

Energéticas para zonas no interconectadas (IPSE), entidad dependiente del Gobierno colombiano, se propuso mejorar la calidad de vida de los habitantes de estos corregimientos. Dado que el emplazamiento es una zona ventosa y con abundante irradiación solar, ADES le planteó al IPSE una solución consistente en minimizar el funcionamiento del grupo electrógeno mediante la incorporación de distintas fuentes energéticas renovables (eólica y solar) en el sistema existente. La instalación que finalmente se encuentra en funcionamiento integra dos aerogeneradores ADES de 100 kW, un parque fotovoltaico de 100 kW con seguimiento, un banco de baterías, y tres grupos electrógenos, además de los correspondientes inversores, rectificadores y demás equipo eléctrico, y del sistema de control que se encarga de optimizar la gestión del conjunto. Los resultados de este proyecto se traducen en un considerable ahorro de combustible y en la garantía de un suministro de electricidad continuado para la comunidad [5].

5. *Barranquilla da salto a la biodiversidad y crea empresa de energía renovable*

Barranquilla tendrá su propia empresa de energía renovable, se trata de una apuesta energética y medioambiental, el montaje tendrá un costo de 40 millones de dólares, según el diseño del proyecto. La idea es que, una vez en operación, atienda el consumo de 300 entidades, hospitales, escenarios deportivos, organismos de seguridad y colegios públicos del Distrito, para lo cual se intervendrá un área aproximada de 261.035 m² de cubiertas. Se tiene prevista una potencia instalada de 29.9 MW (combinada) de potencia en cubiertas y parqueaderos de todas las instituciones públicas, y de 11.9 MW de potencia pico para el consumo del alumbrado público. Por su ubicación geográfica, Barranquilla tiene en promedio entre 6 y 7 horas al día con brillo solar y un promedio en su velocidad del viento entre 10 y 13 m/s, todo lo cual la convierte en un punto estratégico para el desarrollo de proyectos de energías renovables. En principio se instalará un parque de generación solar fotovoltaica [6].

B. *Nivel nacional*

1. *Parque eólico garayalde*

Ubicado en la provincia de Chubut, tiene la capacidad para satisfacer el consumo eléctrico de 20.000 hogares. El Parque Eólico Garayalde pertenece a Parque Eólico del Sur, una sociedad conformada por Pan American Energy (55%) y 3Gal (45%), con PAE como compañía operadora. La construcción del Parque Eólico Garayalde demandó una inversión cercana a

los 40 millones de dólares y se inició con el comportamiento del suelo en las 700 hectáreas que conforman el predio, una instancia clave para garantizar la estabilidad de los aerogeneradores. En la construcción e instalación del parque, pymes de Chubut y trabajaron más de un centenar de personas de la región. El Parque cuenta con 7 aerogeneradores de 87 metros de altura, y la posición de las enormes hélices en el parque, se encuentran alineadas de norte a sur con una separación de 700 metros entre una y otra. En términos de potencia, el Parque Eólico Garayalde genera 24.15 MW, y en términos de energía, 114.000 MWh por año, que se aportan al Sistema Interconectado Nacional y representa la capacidad de abastecer eléctricamente a 20.000 hogares [7].

2. *Parque Solar Cuestecitas:*

El propietario de este proyecto es Sowitec Operation Colombia, Capacidad propuesta: 600MW, la fase del proyecto es el estudio de viabilidad. El proyecto contempla la construcción de un parque fotovoltaico en Riohacha, en el departamento de La Guajira. La inversión general se estima en US\$128mn, según la base de datos de proyectos de BNamericas [8].

3. *SC Solar San Martín:*

la capacidad propuesta es de 240MW y la fase del proyecto es el estudio de viabilidad. El proyecto se construirá en el área de El Paso, en el departamento de Cesar, y se comenzará a operar en 2022, según muestran documentos del Ministerio de Minas y Energía. Según información obtenida por BNamericas, la empresa espera dos permisos finales que podrían demorar seis meses en aprobarse. Además, SC Solar está en negociaciones con inversionistas internacionales para vender el proyecto antes de la fase de ingeniería, procura y construcción. La inversión total se estima en US\$250mn [8].

4. *Parque PV de Altamira:*

El propietario es el Parque Solar Colombia III, con una capacidad propuesta: 200MW, la fase del proyecto es el estudio de viabilidad. El proyecto debiera emplazarse en el área de Altamira, en el departamento de Huila. Debe comenzar

a operar en 2021, según los últimos datos disponibles del Ministerio de Minas y Energía [8].

5. *El techo de energía solar más grande de Antioquia en la Fábrica Rionegro de la Compañía Nacional de Chocolates, filial de Grupo Nutresa:*

El sistema fotovoltaico, que cuenta con 8.000 módulos y 74 convertidores, tiene capacidad para generar 2.132 kWp y atenderá la demanda del 15% del consumo de la fábrica. En consecuencia, con la prioridad estratégica de sostenibilidad de la compañía, de reducir el impacto ambiental, con este nuevo sistema se dejarán de emitir 604 toneladas de CO₂, lo que equivale a sembrar al año un bosque de 40 hectáreas [9].

C. Nivel mundial

1. *Bhadla solar park:*

Hero Future Energies, una de las principales compañías privadas de energía renovable de la India, ultimó a finales de marzo de 2020 un proyecto de energía solar de 300 megavatios en el parque de energía solar de Bhadla en Rajasthan. Con este proyecto, el parque solar ahora está completo con una capacidad instalada de 2.245 megavatios y se convierte en el más grande del mundo [10].

El parque solar de Bhadla es significativo en muchos aspectos. El parque solar registró varios precios récord durante algunas subastas altamente competitivas. Los proyectos en el parque solar fueron desarrollados por múltiples compañías a través de una asociación público-privada. El propio gobierno estatal desarrolló 745 megavatios de capacidad, una empresa conjunta de IL&FS y el gobierno de Rajastán desarrolló 1 gigavatio de capacidad, mientras que otra empresa conjunta entre Adani Enterprises y el gobierno de Rajastán desarrolló 500 megavatios [10].

2. *Pavagada Solar Park:*

Es un parque solar repartido en un área total de 53 km² en Pavagada Taluk, distrito de Tumkur, en Karnataka. Terminado en 2019, el parque tiene una capacidad de 2.050 MW y es la segunda planta fotovoltaica más grande del mundo. La inversión total requerida para construir los 2 GW de capacidad presupuestados se estimó en unos 2.100 millones de dólares. Cuando la planta se complete, será la granja solar más grande del mundo. Karnataka Renewable Energy Development Ltd (KREDL) y la Solar Energy Corporation of India (SECI) establecieron una empresa conjunta, Karnataka Solar

Power Development Corporation Ltd (KSPDCL), en marzo de 2015 para implementar proyectos de energía solar en Karnataka. El presidente del Comité Estatal de Alto Nivel (SLHCC) aprobó la propuesta de KSPDCL para construir un parque de energía solar en Pavagada Taluk el 29 de octubre de 2015. El proyecto se extiende por un área total de 53 km², que incluyen los pueblos de Balasamudra, Tirumani, Kyataganacharlu, Vallur y Rayacharlu [10].

3. *SolarReserve, Port Augusta, Australia:*

El estado de Australia del Sur empezará a iniciar la construcción de una planta solar térmica de torre única en Port Augusta. El proyecto, adjudicado por SolarReserve, tendrá un costo de unos US\$ 500 millones y, con sus 150 MW de potencia, se convertirá en la mayor planta de este tipo en el mundo. Se espera que esté terminada a fines del próximo año o comienzos del 2020. El increíble potencial energético del país también llamó la atención del gigante de la electricidad Tesla. Esta compañía llegó a un acuerdo con el primer ministro de Australia del Sur, Jay Weatherill, para instalar paneles solares y baterías en 50.000 hogares de este estado y convertirlos en lo que será la mayor central solar “virtual” del mundo. El plan es que el proyecto se autofinancie, pues la energía sobrante captada por cada hogar puede ser volcada en el sistema, como si fuera una enorme central eléctrica, para que luego sea usada por empresas y otros consumidores. Este año se realizará una fase de pruebas con 1.100 viviendas y posteriormente se irá extendiendo [11].

4. *Solar Star Solar Farm I y II. 597 MW “Estados Unidos”:*

Solar Star es una central fotovoltaica de 597 MW ubicada en las proximidades de Rosamond, California. Consta de dos fases: la primera, de 318 MW, y una segunda de 279 MW. La planta fue finalizada en junio de 2015, y es actualmente la cuarta planta solar más grande del mundo en términos de capacidad instalada, con 1,7 millones de paneles solares fabricados por SunPower y repartidos sobre una superficie de alrededor de 13 kilómetros cuadrados (3.200 acres). La planta es propiedad de MidAmerican Solar, una filial del grupo MidAmerican Renewables [12].

En comparación con otras plantas fotovoltaicas de tamaño similar, Solar Star utiliza un número más pequeño (1,7

millones) de paneles de eficiencia más alta, montados sobre seguidores de eje único. En contraste, la plantas fotovoltaicas Desert Sunlight y el Topaz Solar Farm (de 550 MW cada una) utilizan un número mayor (aproximadamente 9 millones) de módulos fotovoltaicos de telururo de cadmio en lugar de la tecnología cristalina fotovoltaica de silicio convencional, repartidos en un área más grande (alrededor de 25 kilómetros cuadrados). En cualquier caso, ambos tipos de instalaciones son comercialmente viables [12].

5. *Topaz Solar Farm. 550 MW “Estados Unidos”:*

MidAmerican Solar, compañía de la que es dueño desde febrero de 2012 el legendario empresario y multimillonario Warren Buffett, puso en funcionamiento en 2014, en la localidad de San Luis Obispo, California, la planta solar hasta entonces más grande y de mayor potencia del mundo: Topaz Solar Farm. La planta ocupa una superficie de 26 kilómetros cuadrados que acoge a un total de 9 millones de paneles fotovoltaicos de First Solar con una potencia de 550 MW [13].

La planta, en la que se invirtieron 2.500 millones de dólares es capaz de suministrar energía a un total de 160.000 hogares, ahorra un total de 377.000 toneladas de emisiones de CO₂ al año, equivalentes a lo que contaminan 73.000 vehículos en la carretera. Las operaciones y el mantenimiento de Topaz, seguirán corriendo a cargo de First Solar, y la producción irá íntegramente a Pacific Gas & Electric, con la que la compañía firmó un contrato (ppa) de 25 años de duración. La que fuera hace dos años la mayor planta fotovoltaica del mundo, hoy comparte la sexta plaza con Desert Su light [13].

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar la presente investigación de tesis que tiene como principal objetivo el estudio y viabilidad en la ejecución de instalación de paneles solares en viviendas de estratos 1,2 y 3.

En la investigación que se vine realizando conservara un enfoque propio en el proceso de la investigación utilizamos varias herramientas que nos permitieron adentrarnos un poco más al tema y tener conocimientos más claros sobre la implementación o ejecución de los paneles solares, para la realización de esto se realizaron una serie de actividades, una manera sencilla de entender el surgimiento de la idea fue ver una pequeña comunidad de bajos recursos sin energía eléctrica, situada en una localidad de la ciudad de barranquilla, de ahí parte la idea en beneficio de una comunidad de ingresos económicos limitados, en este proyecto es comprendido bajo el método explicativo porque se analiza un proyecto que no ha sido plenamente definido ni tiene resultados completamente claros, es decir la misma problemática que se plantea en el proyecto, haciendo un recorrido por investigaciones por investigaciones similares partiendo desde su forma de análisis en la situación problema, partiendo de lo general a lo específico se descompone el problema de la comunidad, se trazan objetivos y por medio de otras actividades se llegan a los resultados preliminares los que nos indican en cuestiones económicas y prácticas y si es viable la implementación de los paneles solares, a su vez también es evaluado el impacto sobre el ambiente y finalmente los resultados definitivos en términos de tiempos, dinero y ambiente.

IV. RESULTADOS

Para la realización de esta investigación se hizo una encuesta a cinco viviendas de estratos 1, 2, 3 del departamento del Atlántico, con la finalidad de saber qué tipo de electrodomésticos tienen en casa, y la potencia total instalada, los resultados obtenidos son los siguientes, Tabla 1.:

A. *Vivienda 1:*

Electrodoméstico	Cantidad	Potencia (watt)
Congelador	1	750
Televisión de 32	1	60
Lavadora 30 libra	1	600
Ordenador	1	45
Abanicos samurái	3	240
Bombillas ahorradoras	6	300
Total	13	1995

B. *Vivienda 2:*

Electrodoméstico	Cantidad	Potencia (watt)
Bombillas ahorradoras	9	450
Nevera	1	1200
Aire acondicionado HYUNDAI	1	3200
Televisor HYUDAI 42	1	110

Televisor OLIMPO 22	1	20
Lavadora 10 kilos	1	520
Total	14	5500

C. Vivienda 3:

Productos	Potencia (W)	Voltaje (V)	Cantidad	precio unitario	Total
Paneles solares	100W	12V	15	\$239.000	\$3.585.000
Inversores	300W	12V	5	\$1.200.000	\$6.000.000
Medidor bidireccional		120V	5	\$783.080,00	\$3.915.400
Estructuras			15	\$358.000	\$5.370.000
Total					\$18.870.400

D. Vivienda 4:

E. Vivienda 5:

Electrodoméstico	Cantidad	Potencia (watt)
Televisión de 32	2	52
Lavadora	1	400
Bombillas ahorradoras	6	300
Abanicos	2	160
nevera	1	800
Total	12	1712

No	Electrodomésticos	Potencia (w)	potencia total en KW (kilovatios)	Hora diarias de uso	KWh
1	Televisión	87	0,09	5	0,44
2	Lavadora	520	0,52	4	2,08
3	Abanicos samurái	305	0,31	7	2,14
4	Bombillas ahorradoras	274	0,27	8	2,19
5	Nevera	950	0,95	12	11,4
6	Aire acondicionado HYUNDAI	2500	2,50	6	15,0
8	Laptop Hp	43	0,04	4	0,17
	Total	4679	4,68		33,41

Tabla 1. Encuestas realizadas a cinco viviendas

Teniendo en cuenta todos los valores que arrojo la encuesta, se calculó la media aritmética para las cinco viviendas, con el fin de formar un solo dato, Tabla 2 :

1. Media aritmética de los cinco viviendas:

Tabla 2. Estimación de l media aritmética.

Electrodoméstico	Cantidad	Potencia (watt)
Nevera	1	800
Televisión de 32	1	26
Electrodoméstico	Cantidad	Potencia (watt)
Abanico	3	270
Nevera	1	270
Bombillas Ahorradoras	7	180
Televisión de 43	1	280
Lavadora 7 kilos	1	280
Aire acondicionado	4	320
Abanico	1	320
Total	14	3453
Bombillas Ahorradoras	7	280
Total	16	2410

2. Análisis económico:

Una vez calculada la media aritmética se hace una estimación para

Características del panel solar	
Potencia máxima	100W
Voltaje máximo del sistema	1000V
Tipo de celda	Policristalina
Numero de celdas	36 celdas
Peso del módulo	8kg
Dimensiones	100X66X3.5 cm
Grosor de fibra protectora	3.2mm
Eficiencia de la celda	17.46%
Eficiencia del módulo	14.90%
Voltaje de máxima potencia	19.12V
Corriente de máxima potencia	5.24A
Voltaje de circuito abierto	22.69V
Corriente de corto circuito	5.60A

saber la potencia, voltaje, cantidad de paneles solares, inversores, medidores bidireccionales y estructuras que se van a utilizar por cada una de las cinco viviendas, teniendo como resultados los siguientes datos, Tabla 3.:

Tabla 3. Análisis económico en función de la potencia, voltaje, cantidad de paneles, precio y estructura.

Esta inversión de \$18.870.400, no incluye el costo de instalación del sistema y el costo de mantenimiento anual, ya que solo se está teniendo en cuenta el valor del kit con todos los componentes que necesita el sistema solar fotovoltaico.

3. Descripción de los componentes del sistema solar fotovoltaico inyectado a la red:

A. **Panel solar:** Para este proyecto se tuvo en cuenta los paneles solares policristalinos, ya que estos funcionan mejor

en condiciones con poca luz, y por otro lado son capaces de captar mejor la energía solar, cuentan con los cables conectores.

B. Inversor: Inversor compacto y portable, este inversor está diseñado para proporcionar años de operación libre de problemas e incluye circuitos de control automático de seguridad para proteger sus baterías, de las condiciones de sobrecarga repentinas.

C. Medidor bidireccional: Este tipo de medidor tiene la capacidad de diferenciar entre la energía que CFE nos suministra y la energía que entregan los paneles solares cuando no es consumida en su totalidad por el mismo usuario.

D. Estructuras: Es un tipo de estructura para poder situar los paneles solares sobre una cubierta de tejas, con la inclinación y orientación correcta. Incluye salva tejas para que se puedan anclar los perfiles al tejado, ya sea a la loseta de hormigón o a las vigas de madera y sin necesidad de perforar las tejas, las medias de esta estructura 150 cm por 80 cm.

4. Características de los componentes del kit, Tabla 4, 5 y 6 :

Mes	Pago (mensual factura)	Acumulado (mensual)
0	\$ 3.774.080	
1	\$ 185.590	\$ 185.590
2	\$ 185.590	\$ 371.180
3	\$ 185.590	\$ 556.770
4	\$ 185.590	\$ 742.360
5	\$ 185.590	\$ 927.950
6	\$ 185.590	\$ 1.113.540
7	\$ 185.590	\$ 1.299.130
8	\$ 185.590	\$ 1.484.720
9	\$ 185.590	\$ 1.670.310
10	\$ 185.590	\$ 1.855.900
11	\$ 185.590	\$ 2.041.490
12	\$ 185.590	\$ 2.227.080
13	\$ 185.590	\$ 2.412.670
14	\$ 185.590	\$ 2.598.260
15	\$ 185.590	\$ 2.783.850
16	\$ 185.590	\$ 2.969.440
17	\$ 185.590	\$ 3.155.030
18	\$ 185.590	\$ 3.340.620
19	\$ 185.590	\$ 3.526.210
20	\$ 185.590	\$ 3.711.800
21	\$ 185.590	\$ 3.897.390

Tabla 4. Ficha técnica de paneles

Características del inversor (onda pura)	
Potencia de Salida	300 W
Potencia de Salida Pico	600 W
Entrada de Voltaje DC	12V
Tensión nominal de salida de CA	110V AC
Frecuencia	60 Hz

Forma de onda de salida	Onda Pura
Eficiencia	90%
Dimensiones	21,7 x 11,3 x 5,7 cm
Peso	0,95 kg

Tabla 5. Ficha técnica de inversor

Características del medidor bidireccional	
Marca	Iskra
Modelo	MT174-1(6)A
Clase	1.0
Tensión nominal	3x120/208V
Corriente máxima	120A

Tabla 6. Ficha técnica de medidor bidireccional

5. Recuperación de la inversión:

En esta sección se calcula el periodo de recuperación de la inversión, si es que se pretende llevar a cabo. Teniendo en cuenta los siguientes valores podemos hacer el cálculo de la recuperación de la inversión:

- Pago mensual de la factura (\$ 185.590)
- Costo total del sistema (\$ 18.870.400)
- Costo del sistema para una sola vivienda (\$ 3.774.080), este valor del costo del sistema se obtiene del valor del costo total del sistema \$ 18.870.400 dividido entre 5.

En la tabla 7. se muestra los datos del periodo de recuperación (mensual), el pago de la factura de energía (mensual), y el acumulado que se obtiene mes a mes.

Tabla 7. Datos del periodo de recuperación de la inversión.

Teniendo en cuenta todos estos valores, procedemos a aplicar la formula del periodo de recuperación (PRI), donde:

$$PRI = A + \left(\frac{b - c}{d} \right)$$

- Es el mes inmediato donde se recupera la inversión
- La inversión inicial
- Flujo de efectivo acumulado del mes inmediato anterior en el que se recupera la inversión.
- Flujo de efectivo del mes en que se recupera la inversión.

Aplicando formula tenemos que:

$$PRI = A + \left(\frac{b - c}{d}\right)$$

$$PRI = 20 + \left(\frac{3.774.080 - 3.711.800}{185.590}\right)$$

PRI = 20 meses

V. CONCLUSIÓN

La finalidad de la presente investigación fue analizar la factibilidad de un sistema solar fotovoltaico conectado a la red, para el mejoramiento de las prestaciones de los servicios de energía eléctrica en una comunidad de bajos recursos. Logrando Identificar el tipo de comunidad que se iba a favorecer, escogiendo 5 viviendas del departamento del Atlántico y calculando el sistema solar fotovoltaico, haciendo capacitar a los integrantes de dicha comunidad que el uso de este sistema alternativo de energía puede traer el buen bienestar y beneficios, si decimos implementar este sistema de energía fotovoltaica.

Se determinó que el consumo total es 33,41 Kwh, y que kit seleccionado que satisface la demanda cuenta con unos productos tales como paneles solares que tiene una potencia de 100w y voltajes de 12v, inversores con potencia de 300w y voltajes 12v, medidor bidimensional con voltaje de 120v y la estructura la cual tiene un precio unitario de 358.000.

Se realizo un análisis teniendo en cuenta el tipo kit que se utilizara para cada una de las viviendas, este tiene un valor de 3.774.080 y que la inversión total para los cinco viviendas es de 18,870,400 ya teniendo lo disponible. La recuperación de esta inversión por cada vivienda seria de 20 meses, por lo que si fuese rentable hacer el cambio a energías renovables.

REFERENCIAS

[1] osinerg. [En línea]. Available: La energía solar es una de las fuentes de la vida y el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad que consume toda la

humanidad. .

- [2] S. A. T. Mendoza, «repositorio.cuc.edu.co,» 26 Junio 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/63/1140851521.pdf?sequence=1>.
- [3] R. A. C. Suarez y J. M. Robles Cervantes, «repositorio.uac.edu.co,» Febrero 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.uac.edu.co/handle/123456789/800>.
- [4] «Cesar, con alto potencial de energía solar,» *Agronet*, pp. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Cesar,-con-alto-potencial-de-energ%C3%ADa-solar.aspx>, 2020.
- [5] «Proyecto Nazareth La guajira Colombia,» *Ades.tv*, pp. <http://www.ades.tv/es/idi/proyectos/proyecto-nazareth-la-guajira-colombiana/id/30>.
- [6] «Alcaldía de Barranquilla,» 11 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.barranquilla.gov.co/mi-barranquilla/barranquilla-salto-biodiversidad-crea-empresa-energia-renovable>.
- [7] tercer sector, «tercersector.org.ar,» [En línea]. Available: <https://tercersector.org.ar/parque-eolico-garayalde/#:~:text=Ubicado%20en%20la%20provincia%20de,con%20PAE%20como%20compa%C3%B1%C3%ADa%20operadora..>
- [8] «Bnamericas,» 08 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/los-11-principales-proyectos-solares-de-colombia>.
- [9] celsia, «Celsia,» [En línea]. Available: https://www.celsia.com/en/sala_de_prensa/grupo-nutresa-y-celsia-inauguran-el-techo-de-energia-solar-mas-grande-de-antioquia/.
- [10] El periodico de la energia, «Periodicodelaenergia,» [En línea]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>.
- [11] electricidad la revista energetica de chile, [En línea]. Available: <https://www.revistaei.cl/2018/02/27/los-megaproyectos-energias-renovables-estan-marcha-mundo/>.
- [12] El periodico de la energia, [En línea]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>.
- [13] El periodico de la energia, [En línea]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>.
- [14] «Empaquestransparentes,» [En línea]. Available: <https://empaquestransparentes.com/procesos/>.
- [15] «Empaquestransparentes,» [En línea]. Available: <https://empaquestransparentes.com/procesos/>.