



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN  
GENERADOR ELÉCTRICO A TRAVÉS DE  
CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR POR MEDIO  
DE PANELES SOLARES.**

**CASO: PARCELA 566, SECTOR UVEROTE,  
MUNICIPIO FRANCISCO DE MIRANDA, ESTADO  
GUÁRICO**

**Autor:**  
Leonardo G. Morales C

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 87123



REPÚBLICA BOLIBARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD: INGENIERÍA  
ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO  
A TRAVÉS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR POR MEDIO DE  
PANELES SOLARES. CASO: PARCELA 566, SECTOR UVEROTE,  
MUNICIPIO FRANCISCO DE MIRANDA, ESTADO GUÁRICO**

Proyecto del Trabajo de Grado presentado para optar al título de

**INGENIERO MECÁNICO**

**Autor**

Morales C. Leonardo G.  
C.I. 26.177.151

**Tutora**

Ing. Alicia de Pizzella  
C.I. V-4.598.880

San Diego, Diciembre de 2021

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DECANATO DE INGENIERÍA



FI-N-008-2021-ICR-TG

Valencia, 15 de noviembre de 2021

Ciudadano:  
Morales Cortez, Leonardo Gregorio de Jesús  
C.I. 26.177.151  
Presente.

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería

**Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares. Caso: Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco Miranda, estado Guarico.**

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:  
Ing. Alicia Teresa Yáñez de Pizzella, titular de la cédula de identidad V-4.598.880



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.  
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de conversión del biogás del Solar por medio del Panel Solar Casa Parcela 566 Señor Overté municipio Francisco de Miranda, Estado Guárico

Realizado por el (la) Br. Juan Carlos Hernández

C.I. N° 26 177151 cursante de la carrera de Ingeniería

hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

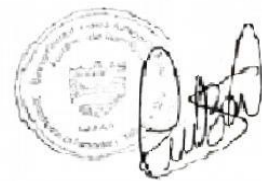
El Jurado

[Signature]  
Tutor Académico (Coordinador)  
Nombre: Alcides Páez  
C.I.: 4198880

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Antonio Rodríguez  
C.I.: 14923464

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Gilberto Jaquez  
C.I.: 26-116-379

Fecha 25/01/2021





REPLÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA  
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Alicia de Pizzella, portadora de la cédula de identidad N°V-4.598.880, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Leonardo Gregorio Morales Cortez, portador de la cédula de identidad N°26.177.151, titulado: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO A TRAVÉS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR POR MEDIO DE PANELES SOLARES. CASO: PARCELA 566, SECTOR UVEROTE, MUNICIPIO FRANCISCO DE MIRANDA, ESTADO GUÁRICO**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO MECÁNICO**, hago constar que dicho trabajo reúne las exigencias suficientes para ser sometido a evaluación por parte del jurado examinador que se le designe.

En San Diego, a los 12 días del mes de diciembre del año dos mil veintiuno

Ing. Alicia de Pizzella  
C.I.V-4.598.880.

## **DEDICATORIA**

*A Dios,*

*Que todo lo puede y me fortalece todos los días de mi vida.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres,  
Quienes me han acompañado y apoyado,  
durante toda esta maravillosa experiencia.*

## ÍNDICE

CONTENIDO	pp.
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FÓRMULAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcance.....	7
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases teóricas.....	13
2.2.1 Energía.....	13
2.2.2 Energía solar.....	15
2.2.2.1 Radiación solar.....	16
2.2.2.2 Geometría solar.....	19
2.2.2.3 Hora solar pico.....	20
2.2.3 Sistema fotovoltaico.....	21
2.2.4 Pasos para calcular una instalación fotovoltaica....	28
2.2.5 Mantenimientos de los sistemas fotovoltaicos.....	32
2.2.5.1 Mantenimiento preventivo.....	32
2.2.5.2 Mantenimiento no preventivo.....	35
2.3. Bases legales.....	39
2.4 Definición de términos básicos.....	40
<b>III MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de investigación.....	43
3.2 Nivel de la investigación.....	44
3.3 Diseño de la investigación.....	45
3.4 Población y muestra.....	48
3.4.1 Población.....	48

3.4.2 Muestra.....	48
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	48
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos.....	49
3.6 Fases metodológicas.....	51
<b>IV        PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
4.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de alimentación eléctrico.....	57
4.2. Realización del estudio de carga para el conocimiento de la demanda eléctrica diaria.....	70
4.3. Desarrollo de la propuesta del sistema de energía solar a través de paneles solares.....	74
4.4. Análisis del estudio de factibilidad económica, técnica y social.....	82
<b>V        CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
Conclusiones.....	89
Recomendaciones.....	91
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	92
<b>ANEXOS</b>	
I.        Instrumentos de recolección de datos	99
II.      Catálogo Peimar. Paneles solares	104
III.     SAGET Catálogo respaldo eléctrico	108

## LISTADO DE FIGURAS

FIGURA	Contenido	p.p.
1	Tipos de energía.....	14
2	Energía radiada por el Sol y la Tierra.....	17
3	Espectro de radiación solar fuera de la atmosfera de la Tierra y a nivel del mar para condiciones de cielo despejado.....	18
4	Mapa solar de Venezuela.....	19
5	Hora solar pico, HSP.....	20
6	Esquema de un generador SFCR.....	22
7	Tipos de sistemas fotovoltaicos de bombeo.....	23
8	Esquema de un sistema fotovoltaico autónomo.....	24
9	Metodología empleada por Gerder y Rángel.....	47
10	Vista satelital de la parcela 566.....	57
11	Vista satelital del la parcela566 con casa.....	58
12	Vista satelital de la casa ubicada en la parcela 566.....	58
13	Vivienda ubicada en la parcela 566.....	59
14	Galpón ubicado en la vivienda.....	60
15	Mapa de radiación global diaria media sobre Venezuela.....	61
16	Curva de los modelos fotovoltaicos.....	76
17	Estructura reforzada para cubiertas planas.....	78
18	Disposición de los paneles en la parcela 566.....	78
19	Batería Bioenergy.....	80
20	Generador eléctrico Bioenergy .....	83
21	Características eléctricas del modelo SG330P seleccionado...	84
22	Sistema solar promovido por la empresa SAGET.....	85

## LISTADO DE FÓRMULAS

FÓRMULA	Contenido	p.p.
1	Radiación o Ley Planck.....	16
2	Longitud de onda de máxima emisión de radiación procedente del Sol o Ley Wien.....	16
3	Total de energía emitida por el Sol o Ley de Stefan –Boltzman	17
4	Cálculo de la Hora solar pico.....	20
5	Cálculo de la energía promedio diaria.....	28
6	Cálculo de la energía generada por el sistema hora-día.....	28
7	Cálculo del número de paneles fotovoltaicos.....	29
8	Cálculo de las series con regulador.....	29
9	Cálculo de las series en paralelo sin regulador.....	29
10	Cálculo de la corriente unitaria.....	29
11	Cálculo del consumo de energía promedio.....	30
12	Cálculo de la corriente de captación.....	30
13	Cálculo de la capacidad de la batería.....	30
14	Cálculo de la capacidad del generador	30
15	Cálculo de la descarga diaria.....	31
16	Cálculo de la descarga profunda.....	31
17	Tensión a circuito abierto (Voc-total).....	36
18	Corriente de corto circuito (Isc-total).....	36

## LISTADO DE GRÁFICAS

GRÁFICA	Contenido	p.p.
1	Curva de radiación promedio mensual.....	63
2	Irradiación solar promedio mensual.....	65
3	Curvas comparativas de la insolación solar promedio.....	66
4	Curvas comparativas de temperatura media mensual.....	67

## LISTADO DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Contenido</b>	<b>p.p.</b>
1	Coordenadas de las estaciones meteorológicas cercanas.....	52
2	Formato para calcular la demanda eléctrica.....	54
3	Radiación solar promedio mensual.....	63
4	Clasificación del potencial fotovoltaico.....	64
5	Irradiación solar promedio mensual.....	65
6	Promedio mensual de la temperatura.....	67
7	Demanda eléctrica diaria actual.....	70
8	Demanda eléctrica diaria proyectada.....	71
9	Tipo de sistema preliminar por escenario.....	72
10	Dimensiones del panel modelo SG330P seleccionado.....	75
11	Dimensiones del panel considerando la holgura.....	76
12	Características eléctricas de los paneles S330P.....	77
13	Características eléctricas de las baterías Bioenergy 00165.....	89
14	Características del controlador, inversor o generador.....	82
15	Factibilidad económica.....	87
16	Costos de instalación del tendido eléctrico.....	88
17	Comparación de los costos del sistema fotovoltaico y el tendido eléctrico.....	88
18	Guía de entrevista.....	100
19	Lista de cotejo.....	103



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO  
A TRAVÉS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA SOLAR POR MEDIO DE  
PANELES SOLARES. CASO: PARCELA 566, SECTOR UVEROTE,  
MUNICIPIO FRANCISCO DE MIRANDA, ESTADO GUÁRICO**

**Autor:** Morales, Leonardo

**Tutor:** Pizzella, Alicia de

**Fecha:** Julio, 2021

**RESUMEN**

La presente investigación se desarrolló en la parcela 566 del sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico, esta es una parcela dedicada a la siembra y producción de arroz. Por estar ubicada en una zona rural, en la actualidad existe la necesidad de un estudio de investigación que permitió proponer la implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares. Para esto se realizó un diagnóstico de la situación actual, un estudio de carga, se diseñó el sistema fotovoltaico adecuado para la parcela y determinó la factibilidad de la propuesta. La investigación de tipo proyecto factible, diseño investigación de campo, documental, y con un nivel descriptivo, con metodología cualitativa, se aplicaron la Revisión Documental, la Entrevista, Observación Directa. Entre las conclusiones se destaca que, entre los sistemas de generación renovable, el sistema solar es el más adecuado para la parcela caso de estudio, dado a las condiciones climatológicas de la zona. Por lo cual se le recomendó al dueño de la parcela implementar este sistema y a los demás agricultores de la zona replicar esta inversión con la finalidad de incrementar su calidad de vida. El presente trabajo de investigación estuvo enmarcado en la línea de investigación GESTIÓN AMBIENTAL, HABITAT Y VIVIENDA.

**Descriptor:** Generador eléctrico, conversión de energía solar y paneles solares

## INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre apareció sobre la faz de la tierra ha aprovechado las fuentes de energía que la naturaleza provee. Inicialmente utilizó la madera y luego las fuentes fósiles que durante siglos han contribuido con el desarrollo de la humanidad y le han permitido mantener un estilo de vida que satisfaga sus necesidades de confort. No obstante su consumo desmedido en todos los ámbitos geográficos y sectores de la sociedad está generando efectos perjudiciales en el medio ambiente que afecta la vida de todos los seres vivos que habitan en el planeta.

En el caso venezolano, según estudios realizados por la página Datosmacro.com, en el país para el año 2020, hubo un consumo per cápita de 2239,7 Kwh, esta información refleja que dada la crisis energética que vive el país, en comparación al año 2018, cuando se agrava dicha situación, el consumo de esta fuente se redujo en 0,69. Es por eso que se deben considerar las fuentes de energía renovables como una alternativa ante esta, que complementen y a largo plazo sustituyan a las fuentes fósiles, por lo cual su desarrollo se ha convertido en una necesidad ineludible, en especial hacia las zonas rurales y más alejadas de los centros de electrificación, de allí que se hace imprescindible dedicar importantes esfuerzos tecnológicos y recursos económicos.

Las energías renovables son entendidas como aquellas fuentes primarias de energía que se pueden reponer mediante la generación de procesos cíclicos de periodicidad variable (desde horas hasta años), por tanto, son inagotables. Estas al ser compradas con las fuentes fósiles que se consumen a una mayor velocidad de lo que la naturaleza puede reemplazarlas denotan, que estas últimas, poseen una posibilidad de su reposición remota.

Entre las fuentes de energía renovable se encuentra la energía solar, de acuerdo a estudios realizados para el programa Sembrando Luz, desde el año 2005-2014, bajo el mandato del presidente Hugo Rafael Chávez Frías, en el país en promedio este tipo de energía tiene un potencial teórico de 326 TWh/año, lo cual lo hace atractiva como

una fuente energética en especial para las zonas rural, como es el caso de la Parcela 566, sector Uverote, del municipio Francisco de Miranda, estado Guárico.

Este proyecto tiene como objetivo, proponerla implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares, tomando como caso, la Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico. El mismo está estructurado en cuatro capítulos, a saber:

Capítulo I. El Problema, donde se realiza el planteamiento del problema, su formulación, los objetivos de la investigación: objetivo general y objetivos específicos, la justificación y alcance de la investigación.

Capítulo II. Marco Teórico. En este capítulo se definen los componentes teóricos que sustentan el estudio e involucra a los antecedentes, las bases teóricas, las bases legales y la definición de términos básicos relativos a la investigación.

Capítulo III. Marco Metodológico, acá se relacionan los aspectos metodológicos a seguir para llegar a buen término el estudio e incluye el tipo de investigación, el nivel y diseño de la misma, la población y muestra del estudio, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, además de las fases metodológicas.

Capítulo IV, Análisis e interpretación de los resultados, donde se muestran el desarrollo de las fases metodológicas del estudio. Capítulo V, las Conclusiones y recomendaciones. Posteriormente las Referencias bibliográficas y por último, los Anexos pertinentes.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

Desde los albores de la humanidad, el hombre ha buscado la manera de generar energía, en sus inicios la obtuvo mediante la utilización del fuego al rozar dos piedras, pero es en el siglo XVI, cuando esta se masifica y se crean nuevas fuentes que permiten realizar los primeros estudios relacionándola con la conservación. Según, Monterroso y Cifuentes (2016), definen a la energía, como: “propiedad de todo cuerpo o sistema material o no material que puede transformarse modificando su situación o estado”. (p. 3)

De acuerdo a esa conceptualización, la energía se concibe como el proceso de transformación o modificación física, que tienen todo cuerpo, sistema material o no material de un estado a otro. Es en el estudio del proceso de conservación de esta cuando aparece la Termodinámica con su primera Ley, es ella donde se analiza por primera vez la conversión de la energía de una forma a otra con la finalidad de realizar transformaciones de energías fundamentalmente la calorífica (Térmica) en Energía mecánica (Trabajo mecánico o termodinámico) u obtener aquella de éstas. Según material publicado por la escuela de ingeniería de la universidad Estatal Amazónica de Ecuador (s/f), esta es definida como:

(...) la ciencia de las energías y sus transformaciones, de su uso, que explica y determina cuánta energía se puede extraer de un sistema termodinámico y con cuánta eficiencia o rendimiento, permitiendo controlar o usar el trabajo, la potencia y el calor para satisfacer las demandas de la sociedad. (Párrafo 2)

Se interpreta entonces que la termodinámica es la ciencia que estudia mediante sus principios o leyes las consecuencias de las modificaciones de temperatura, presión y volumen de un sistema físico, bien sea un material, un líquido, o un conjunto de cuerpos, entre otros, a un nivel macroscópico. El estudio de sus leyes facilita la

aplicación de esta como generadora de electricidad, no solo en las formas tradicionales, sino también en las llamadas energías limpias o renovables, como es el caso de la energía solar termodinámica, la cual aprovecha la variedad de temperatura que se generan en el líquido contenido en los paneles termodinámicos solares y la temperatura ambiente.

Cabe resaltar, que en este tipo de energía, los paneles solares poseen en su interior un líquido refrigerante a una temperatura muy baja, el cual al entrar en contacto con la temperatura ambiente, experimenta un proceso termodinámico de intercambio de calor que se produce únicamente cuando la temperatura exterior no sea más baja que la del líquido refrigerante.

En el mismo orden de ideas, los sistemas de energía solar fotovoltaica (FV) poseen un alto potencial tal como se ha mostrado en los diversos proyectos de electrificación rural implementados en todo el mundo, especialmente en los sistemas solares domésticos. La creciente importancia económica de los sistemas fotovoltaicos radica en la merma constante de sus precios y de la experiencia en la aplicación de este sistema en sectores tales como: servicios sociales y comunales, la agricultura y otras actividades productivas que repercuten significativamente en el desarrollo rural.

Adicionalmente, estos sistemas constituyen una oportunidad para que el sector energético suministre este tipo de servicios a las zonas rurales más alejadas de los centros urbanos para que sus habitantes mejoren su calidad de vida al poder disfrutar de servicios de salud, educación, comunicaciones y luz eléctrica, además de contribuir con el desarrollo de la agricultura y el suministro de agua en estas regiones.

Del mismo modo, estos sistemas solares pequeños son utilizados en muchos países para la creación de actividades productivas no agrícolas, entre las que destacan: bares, restaurantes, salas rurales de cine, tiendas de teléfonos, talleres técnicos y artesanales, pues estos sistemas facilitan la utilización de pequeñas herramientas y aparatos (taladros, cautines, licuadoras), luz, radio y televisión. Por otra parte, según estudios realizados por la FAO se ha demostrado que la instalación y el mantenimiento

de los sistemas FV y las ventas de electricidad FV contribuyen a la creación de empleos rurales.

En América Latina, destaca un proyecto en Colombia de un sistema de generación solar fotovoltaica, para la población de WAYUU del municipio de Uribía la Guajira donde se consideró el potencial de riqueza energética que tiene el departamento de la Guajira. En este el gobierno colombiano propuso un diseño e implementación de un sistema de generación solar para las viviendas y unidades de atención pública importantes como el hospital y la planta de desalinización. El mismo fue realizado con la finalidad de beneficiar a 3000 habitantes de la población de Wayuu. Lo que permitió mejoras en las condiciones de vida, incentivó el desarrollo cultural con el acceso a nuevas tecnologías y promovió el desarrollo económico de la región.

En el caso venezolano, los proyectos de energía limpia o renovable datan desde el año 1992, cuando la empresa Petróleo de Venezuela, PDVSA, diseña un proyecto para ampliar el uso de fuentes alternas de energías diferentes al petróleo. Pero en realidad es a partir del año 2005 cuando se incrementa la cobertura del servicio eléctrico en el país mediante la adopción de sistemas basados en energías renovables (solar fotovoltaica y mini eólica, con almacenamiento en baterías y respaldo en generadores a gasoil).

Este proceso fue realizado mediante la creación de una nueva dependencia pública denominada FUNDELEC quien conjuntamente con el presidente Chávez diseñaron el programa “Sembrando Luz”, quienes en el periodo comprendido entre los años 2005-2013, instalaron en el país de 3000 sistemas de energía solar fotovoltaica muchos de ellos en la actualidad prestan servicio eléctrico en las zonas más alejadas y en las comunidades más apartadas del territorio nacional. En relación a lo anterior, López (2016), destaca:

Desde comunidades indígenas del Amazonas y Bolívar, hasta la población de Castilletes en el extremo más norte de La Guajira venezolana, pasando por varias comunidades Wayuu a través de toda La Guajira venezolana, hasta pocos metros del hito número 1 de la frontera colombo-venezolana,

hay paneles solares instalados por Fundelec en el marco del programa “Sembrando Luz”. (Párrafo 4)

En otro orden de ideas, la parcela 566, ubicada en el sector Uvirote, del municipio Miranda, estado Guárico de Venezuela, dedicada a la siembra de arroz. Por su localización se encuentra aproximadamente a 2 kilómetros de la última fuente de abastecimiento de la red eléctrica convencional más cercana, en la población de Calabozo, la cual presenta también fallas de suministro hacia de ese sector. Por otra parte, para acceder a la parcela se llega por la Carretera Nacional Calabozo San Fernando de Apure a mano derecha de los Bancos de San Pedro.

Es importante resaltar que la compañía eléctrica no posee la capacidad de proveer la carga estimada en el sector, por limitaciones del sistema eléctrico regional, esto porque el costo de 2 kilómetros en el tendido eléctrico contrapuestos a los costos del proyecto y los de mantenimiento resultan desfavorables.

El sector Uvirote, por ser una zona agrícola, presenta problemas de inseguridad, debido a que en la mismo la delincuencia asecha llevándose maquinaria agrícola, motores, arranques, batería, insumos agrícolas, abonos, semillas, trompos abonador, fumigadoras, puestas de las vivienda, plantas eléctricas, gasoil e incluso sometimiento del personal que cuida dichas parcelas, lo que ocasiona grandes pérdidas financieras y hasta humanas, para los productores de la zona, ya que los mismos no se atreven a incrementar su inversión en la producción agrícola de sus parcelas.

## **1.2 Formulación del problema**

En virtud de la problemática reseñada surgió la siguiente interrogante: ¿De qué manera se puede minimizar los problemas de producción y seguridad presentados en la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda del estado Guárico?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer el funcionamiento de un generador eléctrico a través de la conversión de energía solar por medio de paneles solares para la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del sistema de alimentación eléctrico
- Realizar el estudio de carga para la parcela 566 del sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico.
- Desarrollar la propuesta del sistema de energía solar a través de paneles solares
- Analizar el estudio de viabilidad económica, técnica y social.

### **1.4 Justificación**

Esta investigación propone el funcionamiento de un generador eléctrico a través de la conversión de energía solar por medio de paneles solares en la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico, para ser usado en su propio consumo, además de contribuir a la conservación del medio ambiente y mermar los problemas de inseguridad de la zona. Desde el punto de vista teórico, el mismo está basado en los conocimientos modernos de la ingeniería de vanguardia, por lo cual sirve como antecedente e incentivo para la realización de nuevas investigaciones y propuestas futuras en tan importante área.

### **1.5 Alcance**

La presente investigación plantea la posibilidad de implementar un sistema de generador eléctrico a través del uso de paneles solares, en la finca 566 de Uverote.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El marco teórico es el soporte o referente conceptual de la investigación, este tiene como función ampliar la descripción del problema al integrar y relacionar la teoría con el estudio (Tamayo y Tamayo 2003:144). Del mismo modo, Palella y Martins (2012: 62), explican que: “permite ubicar, dentro de un contexto de ideas y planteamientos, el estudio que se aspira realizar. (...) debe destacar la estrecha relación existente entre la teoría, la práctica, el proceso de investigación y el entorno”. Por tanto, este ayuda al investigador a situar al problema en el contexto de principios y enfoques que este desea materializar.

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Son todos aquellos trabajos realizados antes a la descripción del fenómeno que sirve para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado. Para Tamayo y Tamayo (2003: 146), los antecedentes tratan de “hacer una síntesis conceptual de las investigaciones o trabajos realizados sobre el problema formulado con el fin de determinar el enfoque metodológico de la misma investigación. En el mismo orden de ideas, Arias (2012: 106), explica que: “(...) se refiere a los estudios previos: trabajos y tesis de grado, trabajos de ascenso, artículos e informes científicos relacionados con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con nuestro proyecto”. Por tanto, las bases teóricas referenciales incluyen toda investigación relacionada con el tema de estudio.

Por otra parte, es de suma importancia acotar que el citado autor Arias (2017: 2), considera que

Uno de los mitos que persiste en el medio universitario venezolano es la obsolescencia, desactualización o “envejecimiento” de las referencias y literatura científica después de 5 años de su publicación. Concretamente, la supuesta caducidad de las fuentes citadas en los “antecedentes

de investigación”, estudios previos o revisión de la literatura, y el tiempo o su período de vigencia, supuestamente, 5 años.

Basado en la cita anterior, y tomando las características de novedad en esta investigación se presentarán bases teóricas referenciales elaboradas con un periodo superior a 5 años de vigencia.

En el ámbito internacional, inicialmente se consultó a Díaz Rojas, (2016), quien elaboro un trabajo de grado para optar al título de especialista en Planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales ante la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, denominado **“Propuesta de aprovechamiento de energía fotovoltaica para la población Veredal Pringamosal Los Pasos Guamo Tolima”**, quien realizó una investigación exhaustiva de las condiciones climáticas de la región y la población a beneficiar, procedió a realizar los diseños correspondientes para el aprovechamiento energético y evaluar los costos beneficios de la implementación de esta propuesta tecnológica.

Del mismo modo, al momento de diseñar los correspondientes de los paneles solares, tuvo en consideración las condiciones siguientes; la radiación solar, como uno de los ejes fundamentales para evaluar el diseño y las características de funcionamiento del sistema. Con los resultados obtenidos en esta investigación, se logró evidenciar el potencial energético de 1643 kW. Asimismo, para el potencial energético se decidió utilizar paneles de 300 Watios, los cuales permiten captar la mayor cantidad de radiación solar y convertirla en energía eléctrica para satisfacer las necesidades de la comunidad.

Por otra parte, el autor realiza el cálculo de Watios que demanda cada vivienda y da un resultado de 2828 Wh/Día, por tal razón se decidió implementar 10 paneles solares que dieron una capacidad de 3000 Wh/Día. Lo cual implicó una inversión por vivienda de 7.663 dólares y para el total de las 93 viviendas da un presupuesto total de 713.637 dólares, que es recuperable a largo plazo. Además evidenció que los paneles tienen una vida útil de 30 años sin realizar ninguna clase de mantenimiento, que si se

le desarrolla un mantenimiento cada 10 años podemos garantizar una vida útil hasta 50 años de funcionamiento para la población.

Entre las conclusiones destaca que dichas fuentes de energía contribuye con el medio ambiente, pues a través de estos se reduce la emisión del CO<sub>2</sub> y se abre alternativas para implementar tecnologías de aprovechamiento de energía solar, eólica entre otras alternativas que pueden mejorar la calidad de vida de la comunidad que no cuenta con 100% de cubrimiento de energía eléctrica. El presente antecedente fue de utilidad para conocer la aplicación de este tipo de proyectos en otros países de América latina.

Así mismo, Domenech, Bruno (2013), elaboró una “**Metodología para el diseño de sistemas de electrificación autónomos para comunidades rurales**”, trabajo de investigación desarrollado en la Universidad Politécnica de Catalunya. Esta tesis doctoral tuvo como desarrollar una metodología para ayudar en el diseño de sistemas de electrificación autónomos basados en las energías eólica y solar, que sea adecuada a las características económicas, técnicas y sociales de comunidades rurales de países en desarrollo, y que considere la opinión de todos los actores involucrados en el proyecto. En ella señala que los sistemas de electrificación autónomos basados en el uso de energías renovables son adecuados para electrificar comunidades rurales aisladas, asimismo explica que existen herramientas de apoyo a la toma de decisiones, pero que no abarcan algunas consideraciones técnicas y sociales, y/o no entran en el detalle específico del proyecto.

La metodología de diseño propuesta se divide en 3 etapas principales: La primera etapa consiste en realizar evaluaciones iniciales (socioeconómica, energética y técnica) para recopilar la información característica de la comunidad a electrificar. La segunda etapa es el propio proceso de diseño en sí y se divide en 3 niveles de decisión, ordenados en función de la importancia de las decisiones a tomar. En concreto se estudia la influencia sobre el coste de modificaciones en la demanda (nivel 1), la gestión del sistema (nivel 2) y la seguridad del suministro (nivel 3). Cada nivel de decisión se estructura en 2 pasos: primero se generan diversas alternativas de

electrificación con un modelo de programación lineal, incluyendo consideraciones técnicas y sociales; y segundo se selecciona la alternativa más adecuada en función de criterios económicos, técnicos y sociales, mediante la técnica multicriterio de la programación compromiso.

En cuanto a la tercera etapa, opcional, permite intentar mejorar el coste de la solución obtenida, manteniendo las decisiones previamente tomadas. Esta investigación fue tomada como antecedente, debido a que la metodología planteada permite personalizar la toma de decisiones de forma clara y estructurada, además de dar opciones de evaluación ante una gran cantidad de alternativas de electrificación, para así obtener resultados cónsonos con las características y preferencias del usuario.

Seguidamente se consultó a Vitriago, A, (2017) quien realizó una investigación denominada **“Propuesta de una vivienda unifamiliar de desarrollo progresivo: empleando el uso de tecnología eólica y solar como suministro de energía alternativa. Los Tanques, estado Falcón. Caso: Carácter híbrido (ED – FV)”**. Para optar al título de Ingeniero civil ante la universidad de Nueva Esparta, Venezuela. Esta investigación tuvo como objetivo general, establecer el uso de tecnología eólica y solar como suministro de energía alternativa dentro del diseño de una vivienda unifamiliar de crecimiento progresivo en Los Tanques, estado Falcón.

Metodológicamente, fue un tipo de investigación exploratoria-descriptiva, con un diseño documental y de campo, basada en la modalidad de proyecto factible. La técnica de recolección de datos utilizada fue el análisis de contenido y el instrumento la matriz de análisis aplicada a un conjunto de normas, manuales, planos y especificaciones propias de la materia. Entre las conclusiones, resal que Venezuela, cuenta con una herencia climática ventajosa en diferentes puntos del país para la concepción de producción de energía limpia, la cual permite afianzar proyectos de este tipo, que permitan minimizar la crisis energética que se presenta en la actualidad, especialmente para ser aplicada en zonas rurales y periféricas a los grandes centros urbanos. El aporte de esta investigación es fundamental, pues ofrece bases teóricas

relevantes, así como también, muestra la manera adecuada en que se deben realizar este tipo de propuesta.

Por último, a Padilla, N, (2017), quien en su trabajo de grado titulado: **“Implementación de un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del comando de la guardia nacional “Escuadrón Montado Guatopo”, ubicado en el Parque Nacional Guatopo del estado Miranda”**, para optar al título de Magister en Ingeniería Ambiental en la universidad de Carabobo, campus Bárbula. El cual tuvo como objetivo general, Implementar un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del Comando de la Guardia Nacional “Escuadrón Montado Guatopo”, ubicado en el Parque Nacional Guatopo del Estado Miranda.

Metodológicamente fue una investigación de tipo aplicada y de campo, con un nivel descriptivo, diseño de campo y modalidad de proyecto factible, el cual fue presentado mediante cuatro fases de investigación. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación, la entrevista a profundidad y la revisión documental, en cuanto a los instrumentos utilizo el diario de campo, la lista de chequeo y la cámara fotográfica para la observación, el guion no estructurado para la entrevista y por último el cuaderno de notas, fichas, laptop e informes técnicos para la revisión documental.

Entre las conclusiones, señala que la instalación de sistemas fotovoltaicos en comunidades aisladas en lugar de sistemas con generación convencional es una estrategia acorde a la propuesta del Plan de la Patria 2013-2019, que plantea el diseño de un plan de mitigación de gases de efecto invernadero. De igual manera este tipo de proyecto se enmarca en el cumplimiento de la premisa de sustentabilidad medioambiental, en la diversificación de las fuentes primarias de energía y el fomento a las energías renovables, establecidas en la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico.

La investigación de Padilla, es de relevancia, pues ambas proponen la implementación de un sistema eléctrico fotovoltaico para una zona rural dentro del país, por lo tanto, sus bases legales y la metodología son similares.

## **2.2. Bases teóricas**

En este apartado se muestran los fundamentos teóricos sobre lo que se sustenta esta investigación. Al respecto Arias (2012:107), explica: “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”.

### **2.2.1. Energía**

A través de la historia de la humanidad, el concepto de energía ha tenido muchas acepciones, las cuales van desde relacionarlas con el micro entorno, como con las diversas fuentes y transformación de la misma. Así se tiene a Michinel y D´Alessandro (1994), citado por Aloma y Malaver (2007:7), en la que se expresa que “la energía es una magnitud física que puede presentarse en diversas formas y originar procesos de transformación”. Adicionalmente, los mismos autores Aloma y Malaver (2007), definen como: “propiedad de todo cuerpo o sistema material o no material que puede transformarse modificando su situación o estado”. Desde estas perspectivas, la energía es una sustancia presente en cualquier objeto que es susceptible de transformarse o modificar la situación o estado de los objetos.

Por otra parte, según la revista “Energía” publicación de la Secretaria de energía de la República Argentina (2003:4), la energía:

Es todo aquello que puede originar o dar existencia a un trabajo. Es la capacidad que posee la materia para producir calor, trabajo en forma de movimiento, luz, crecimiento biológico, etc. Por materia se entiende cualquier cuerpo sólido, líquido y gaseoso existente.

De acuerdo a lo anteriormente planteado, la energía puede concebirse como un proceso de transformación que sufre la materia independientemente que origine o de existencia a un trabajo, pero que puede generar calor, luz, crecimiento biológico y movimiento, mediante la incorporación de factores particulares como la velocidad, fuerza, entre otros, que dependerán del tipo y proceso que se utilizaran para su obtención.

De acuerdo a la fundación Edesa (2019: Párr.3), “La energía se manifiesta de diferentes maneras, recibiendo así diferentes denominaciones según las acciones y los cambios que puede provocar”. De acuerdo a esta fundación los tipos de energía son los mostrados en a figura 1. Tipos de energía.

Energía mecánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es la relacionada tanto con la posición (energía potencial) como con el movimiento de los cuerpos (energía cinética).</li> </ul>
Energía interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se manifiesta a partir de la temperatura.</li> </ul>
Energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se genera cuando dos puntos tienen una diferencia de potencial y se conectan a través de un conductor eléctrico</li> </ul>
Energía térmica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asocia con la cantidad de energía que pasa de un cuerpo caliente a otro más frío manifestándose mediante el calor.</li> </ul>
Energía electromagnética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta energía se atribuye a la presencia de un campo electromagnético, generado a partir del movimiento de partículas eléctricas y magnéticas moviéndose y oscilando a la vez.</li> </ul>
Energía química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se manifiesta en determinadas reacciones químicas en las que se forman o rompen enlaces químicos.</li> </ul>
Energía nuclear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía nuclear es la que se genera al interactuar los átomos entre sí.</li> </ul>

**Figura 1.** *Tipos de energía*

. Fuente: Adaptación del autor, basado en lo planteado por la Fundación EDEPSA. (2021)

### 2.2.2. Energía solar

La energía solar es aquella que utiliza el hombre aprovechando las radiaciones que emana de los rayos del Sol. De acuerdo a Aranciba y Best (2010: 10), esto se debe a que este:

Emite continuamente una potencia de 62 mil 600 kilowatts (o kilovatios) por cada metro cuadrado de su superficie.(...) De hecho, en un periodo de tan sólo dos días, el planeta recibe una cantidad de energía equivalente a todas las reservas probadas que existen de petróleo, gas y carbón. Esto equivale a cerca de 60 veces el consumo anual de la sociedad humana, lo cual nos da una idea del potencial impresionante que tiene la energía del Sol para satisfacer las demandas energéticas del mundo.

Cabe destacar que el diámetro del Sol, es de  $1.39 \times 10^9$  m, y que este genera una energía de  $6000^\circ\text{C}$ . De lo anterior se desprende que la energía solar es una alternativa ante la crisis energética que enfrenta el país, no solo para las zonas rurales, sino también para las áreas urbanas.

En el mismo orden de ideas, según Caso y Abou (2008) citados por Vitriago (2017), explican que la potencia que irradia el Sol una vez que llega a la Tierra no ingresa a esta en su totalidad, y las causas de esto se originan en los efectos de absorción y dispersión. Por lo tanto, se estima que aproximadamente 30% de esta energía solar que llega a la atmósfera terrestre es devuelta en forma de radiaciones de ondas cortas, y el remanente es absorbido por el planeta, lo que permite crear un balance de energía estable para el desarrollo de la vida en este.

De acuerdo a Nedelcu (2009), dichas radiaciones llegan a la superficie terrestre de manera desigual, dado que varían en función de los siguientes factores:

- La distancia Tierra – Sol.
- La hora del día.
- La inclinación del globo terráqueo respecto al Sol.
- El diámetro solar y la temperatura del Sol, entre otros.

### **2.2.2.1. Radiación Solar**

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, la cual se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esta se genera mediante las reacciones del hidrógeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y es emitida por la superficie solar, convirtiéndose en el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima.

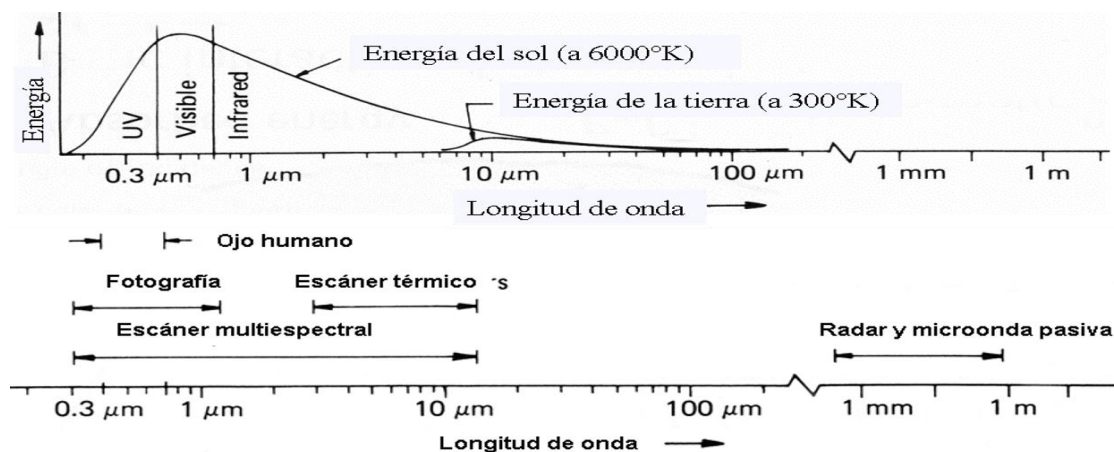
La radiación es emitida sobre un espectro de longitud de ondas, con una cantidad específica de energía para cada longitud de onda, la cual puede ser calculada usando Ley de Planck:

$$E_{\lambda} = a / [\lambda^5 \{e^{(b/\lambda T)} - 1\}] \quad (1)$$

Donde,  $E_{\lambda}$  es la cantidad de energía ( $Wm^{-2}mm^{-1}$ ) emitida a una longitud de onda ( $mm$ ) por un cuerpo con una temperatura  $T$  (en grados Kelvin), con  $a$  y  $b$  como constantes. Asumiendo que el Sol es un cuerpo negro, por diferenciación de la ecuación es posible determinar la longitud de onda máxima de emisión de radiación procedente del Sol:

$$E_{\lambda} = 2897 / T \quad (2)$$

Esta ecuación es conocida como la Ley de Wien. Para una temperatura de  $5800^{\circ}K$  (temperatura de la superficie solar) la longitud máxima de energía del Sol es aproximadamente  $0,5 \text{ mm}$  (micrómetro, equivalente a  $1 \times 10^{-6}m$ ), tal como se observa en las figuras 2 y 3. Esta longitud de onda corresponde a radiación en la parte del espectro visible.



**Figura 2.** Energía radiada por el Sol y la Tierra

.Fuente: Instituto del Medio Ambiente. Colombia. Ministerio del medio ambiente.

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

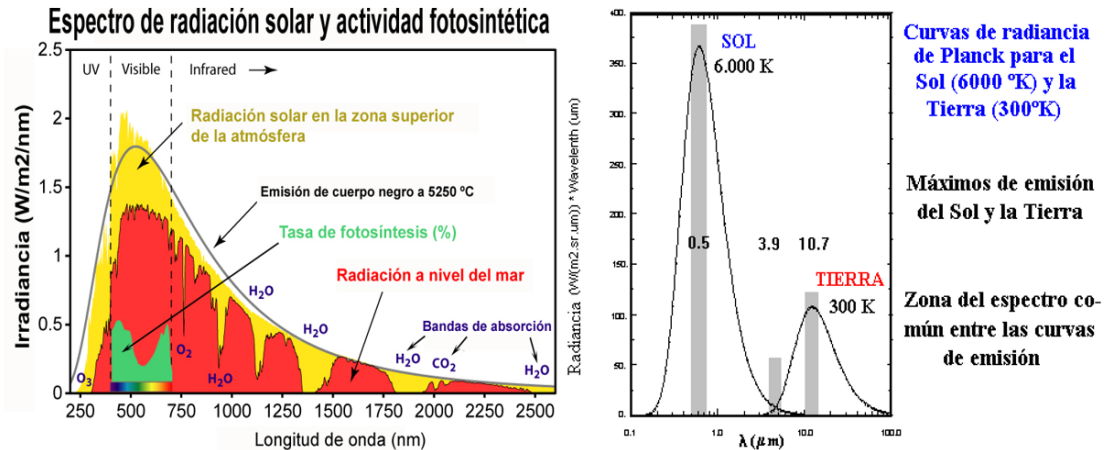
A través de la integración de la ecuación (1) resulta la ley de Stefan-Boltzmann, por medio de la cual, se puede determinar el total de energía emitida por el Sol:

$$E_{\text{Total}} = \delta T^4 \quad (3)$$

Donde  $\delta$  es la constante de Stefan-Boltzmann (dentro de la radiación como mecanismo básico de la transmisión de calor su valor es:  $5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ ). Resolviendo la ecuación tres para una temperatura solar de 5800 K, la energía total de salida es de aproximadamente 64 millones  $\text{W/m}^2$ , de la cual, la Tierra solo intercepta  $1367 \text{ W/m}^2$  (constante solar). En la Figura 3, el área amarilla representa la solución ideal de la Ley de Planck de la radiación solar que llega al tope de la atmósfera, donde el punto más alto de la curva representa la longitud de onda con la mayor energía espectral ( $0,5 \mu\text{m}$ , equivalente a  $500 \text{ nm}$ ) de acuerdo con la Ley de Wien y el área bajo la curva representa la cantidad total de energía recibida ( $1367 \text{ W/m}^2$ ). Finalmente, el área roja constituye el espectro de la radiación solar a nivel marino para condiciones de cielo claro, después de la absorción atmosférica debida a diferentes gases.

El estudio del espectro de la radiación solar que llega a la superficie del suelo permite establecer que la radiación de longitud de onda menor que  $0,2 \text{ mm}$  debe ser

absorbida totalmente por la atmósfera. Esta energía es absorbida principalmente en la atmósfera por el oxígeno molecular (O<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), y el vapor de agua (H<sub>2</sub>O).



**Figura 3**

*Espectro de radiación solar fuera de la atmósfera de la tierra y a nivel del mar para condiciones del cielo despejado.*

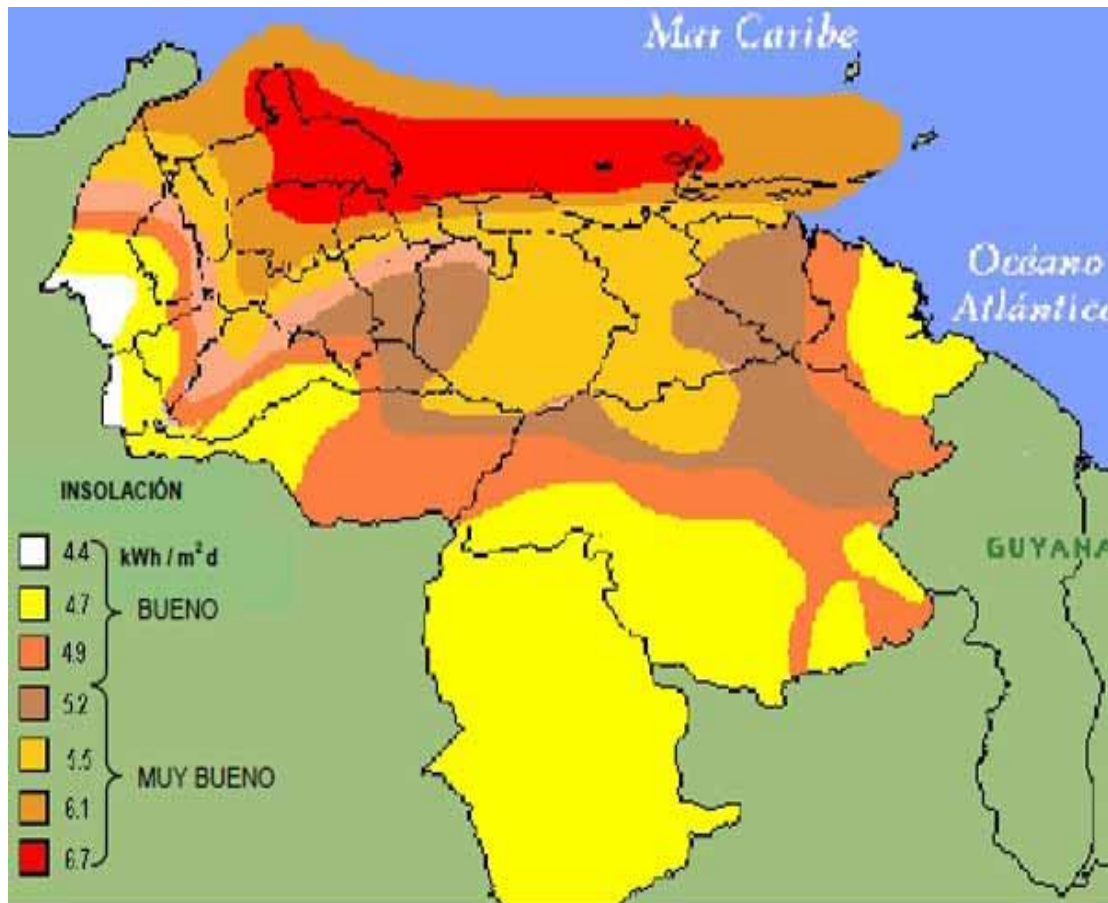
(Fuente: Phinet). A la derecha, longitud máxima de energía del Sol y la Tierra (Fuente: MeteoGlosario Visual de AEMET)

De acuerdo a Nedelcu (2009), la radiación solar tiene 3 componentes:

- **Radiación Directa:** es aquella que llega directamente del Sol sin sufrir ninguna modificación.
- **Radiación difusa:** la que es absorbida por los factores propios de la atmosfera terrestre, tales como: nubes, agua, suelos, edificaciones.
- **Radiación Albedo o Reflejada:** es la radiación bien sea directa o difusa que llega a la superficie terrestre y se refleja en el espectro exterior.
- **Radiación Global:** es la sumatoria de las radiaciones anteriores.

### 2.2.2.2. Geometría Solar

Según Asqueta (2006), consiste en el estudio del recorrido que realiza el Sol en el cielo y su localización en diversas fechas del año y horas del día, con la finalidad de predecir su interacción con planos y volúmenes en el espacio, en función a su ubicación. En el caso venezolano esta siempre debe calcularse con orientación hacia el sur y su inclinación va a ser igual a la latitud del lugar de colocación. En la figura 4, se muestra el mapa solar de Venezuela donde la radiación solar va de 4,4 a 6,7 KWh/m<sup>2</sup> d.



**Figura 4** Mapa solar de Venezuela

Fuente: GECCAI Venezuela. . <https://geccaivenezuela.wordpress.com/energia-solar/>

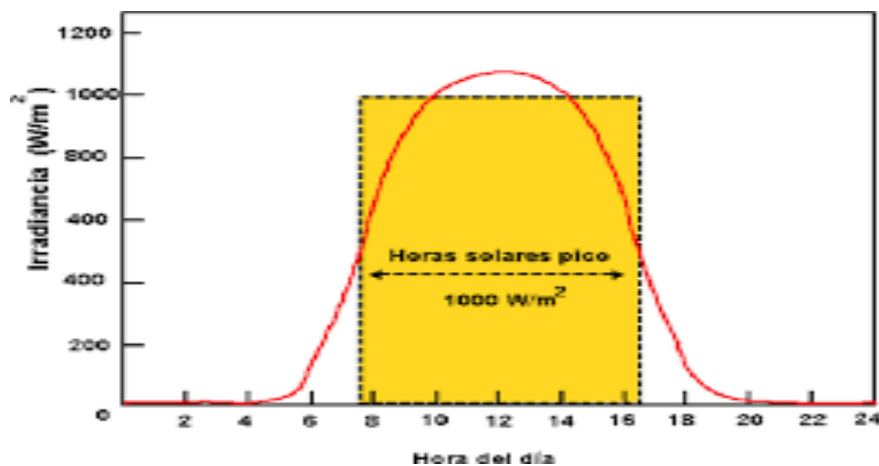
### 2.2.2.3. Hora Solar Pico, HSP

De acuerdo a información publicada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica para los estudiantes de la especialización en Sistemas Fotovoltaicos, (s/f), explica que:

La hora solar pico traslada toda la energía recibida por el Sol a lo largo de un día a las horas en las que se recibiría toda esa energía si la irradiancia fuera hipotéticamente constante e igual a  $1.000 \text{ Wh/m}^2$ . Es decir, son las horas de irradiancia equivalentes a una irradiación de  $1000 \text{ W/m}^2$  constante que se tiene en un lugar específico (Párr. 3).

Se interpreta entonces, que la hora solar pico es una medida que muestra el promedio de irradiación solar durante el día en un lugar determinado, basada en un valor constante, equivalente a  $1.000 \text{ Wh/m}^2$ . En otras palabras es la cantidad de energía recibida por  $\text{m}^2$ , y esta varía de acuerdo a la cercanía o lejanía del Ecuador. Por ejemplo si en un lugar específico el promedio de energía en el día es de  $6330 \text{ Wh/m}^2$ . (Ver figura 5)

$$\text{HSP} = [(6330 \text{ Wh/m}^2) / 1000 \text{ W/m}^2] = 6,33 \text{ h} \quad (4)$$



**Figura 5.** Hora Solar Pico

Fuente: Martínez, Rodríguez y Castro (2017)

Cabe resaltar que la importancia del cálculo de la hora solar pico, radica en que esta permite conocer la capacidad de potencia que genera un panel solar al día mediante el producto de este resultado con la HSP promedio medido en Wattios (Wp) de energía que indica dicho panel.

### **2.2.3. Sistema Fotovoltaico**

Se denomina sistema fotovoltaico al conjunto de aparatos eléctricos y electrónicos que se utilizan para generar energía eléctrica teniendo como fuente el Sol. Al respecto, Perpiñán (2020), explica que:

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua (p. 1)

De lo anteriormente planteado por el autor, este sistema posee como componente fundamental un módulo fotovoltaico, que está integrado por células con capacidad de transformar dicha energía solar en energía eléctrica de corriente continua. Además posee otros equipos, los cuales serán incluidos de acuerdo al tipo de sistema que se vaya a implementar.

### **1. Clasificación de los Sistemas Fotovoltaicos**

Siguiendo lo planteado por el autor Perpiñán (2020), los sistemas fotovoltaicos se clasifican en 3 grades grupos a saber:

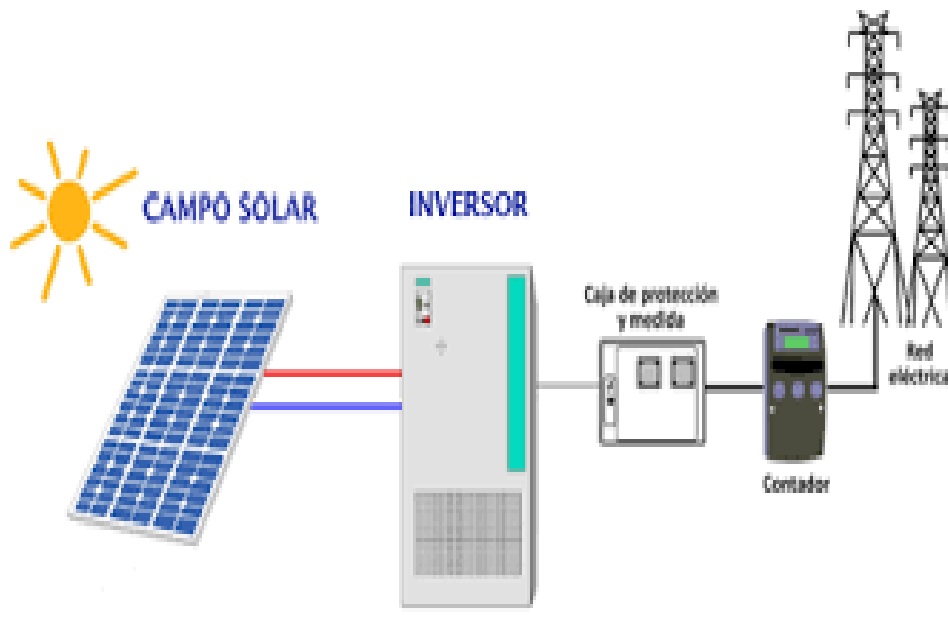
#### **a. Sistemas fotovoltaicos en red (*GridConneted*)**

Un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) tiene como función la producción de energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder que esta pueda ser inyectada en la red convencional, el mismo se compone de un generador fotovoltaico, un inversor DC/AC y un conjunto de protecciones eléctricas.

En este sistema la energía producida será consumida parcial o totalmente en las cercanías, y la energía sobrante será inyectada en la red para su distribución a otros puntos de consumo. Cabe resaltar, que en dicho sistema, es común que existan

mecanismos de retribución económica que compensan al propietario este por la energía que su sistema intercambia con la red. En el SFCR se puede distinguir, de forma simplificada, dos esquemas: la retribución con prima (feed-in tariff) y el balance neto (net-metering).

En el mecanismo de retribución con prima<sup>1</sup>, generalmente el propietario del SFCR recibe ingresos derivados de la energía total producida (independientemente de la que haya sido consumida en las cercanías del SFCR). Por otra parte, el mecanismo de balance neto compensa los saldos de energía eléctrica entre el SFCR y un sistema de consumo asociado; en este caso cuando, la producción del SFCR supera al consumo, la red eléctrica absorbe el excedente puntual, generándose derechos de consumo diferido para el propietario del SFCR. (Ver Figura 6)



**Figura 6.** Esquema de un generador SFCR

Fuente: <https://sunwaterproject.es/wp/?services=12>

## b. Sistemas Fotovoltaicos de Bombeo, (SFB)

Un sistema fotovoltaico de bombeo (SFB) es aquel donde se emplea un generador fotovoltaico con la finalidad de alimentar una motobomba y así poder extraer agua de un pozo, para luego almacenarla en un depósito o transportarla de un lugar a otro.

Es importante resaltar que esta aplicación de la tecnología fotovoltaica posee dos características que la hacen atractivas. La primera de ellas es que, las curvas de generación y de consumo están bien adaptadas, de allí que las épocas de mayor radiación solar y consiguiente productividad eléctrica sean a la vez las de mayor consumo de agua. En cuanto a la segunda, no se necesita utilizar acumuladores electroquímicos para almacenar energía y dotar de autonomía al sistema: un depósito elevado de agua almacena energía potencial de forma más barata, segura, eficiente y fiable. En este caso, estamos en presencia de un sistema fotovoltaico de bombeo directo (SFBD). Debido a que el empleo de depósitos de agua como medio de acumulación. (Ver Figura 7)



**Figura 7.** Tipos de Sistemas Fotovoltaicos de Bombeo

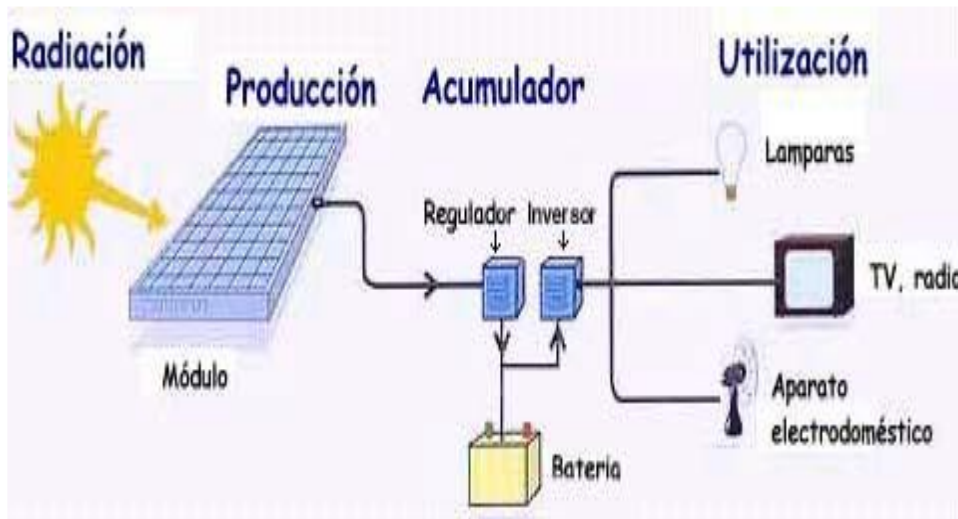
Fuente: <https://eliseosebastian.com/uso-de-bombas-solares-para-agua/>

### c. Sistemas Fotovoltaicos Autónomos, (SFA)

Según Perpiñán (2020):

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos en los que la generación es inferior al consumo.

En este sistema la producción de energía generada es inferior al consumo, por lo tanto las cargas eléctricas que satisface la demanda no están conectadas a una red. Estos sistemas pueden ser clasificados en tres grupos por razón de su aplicación asociada: profesionales, pequeño consumo y electrificación rural. El primero de ellos las aplicaciones profesionales son variadas y abarcan campos tales como los radioenlaces la protección catódica de gasoductos, hoteles, señales de tráfico y navegación aérea, refrigeración de vacunas, equipos remotos de adquisición y transmisión de datos, e incluso alimentación equipos espaciales como satélites. (Ver Figura 8)



**Figura 8.** Esquema de un sistema fotovoltaico autónomo

Fuente: Caraballo (2010).

En cuanto al segundo, las aplicaciones de pequeño consumo se emplean pequeños módulos fotovoltaicos, frecuentemente de silicio amorfo, alimentando equipos electrónicos como calculadoras o relojes, cargadores de móviles, pequeñas herramientas eléctricas, balizas domésticas, entre otros.

El tercer tipo de SFA, son los sistemas de electrificación rural suministran energía eléctrica a poblaciones rurales alejadas de redes eléctricas convencionales. Son sistemas frecuentemente englobados en programas de cooperacional desarrollo, financiados por ONG'S u organismos como el Banco Mundial o la Unión Europea. Dentro de los sistemas de electrificación rural predominan los sistemas domésticos (solar home systems, SHS), las centrales híbridas y los sistemas de bombeo. Tanto los sistemas domésticos como las centrales híbridas proporcionan energía para alimentar equipos de iluminación, radio, televisión y pequeñas herramientas eléctricas.

En relación a los sistemas domésticos, (SHS) estos suelen incorporar únicamente cargas en continúa. Por esta razón, no es necesario que el SFA incluya un inversor, los mismos están compuestos por el generador, un acumulador electroquímico y un regulador de carga y descarga. En caso de que el consumo incluye cargas de alterna es necesario que el SFA incluya un inversor, existe la posibilidad de que el consumo esté compuesto por cargas en continua y en alterna, o exclusivamente por cargas en alterna. En consecuencia, el funcionamiento del inversor puede ocasionar la circulación de transitorios de corriente que el regulador no es capaz de gestionar correctamente.

Dado lo anterior, es recomendable que el inversor esté conectado directamente a la batería, y no a la salida del regulador. Los inversores para SFA suelen incorporar un mecanismo de regulación de descarga que permite esta conexión. El funcionamiento de estos inversores es, en muchos aspectos, similar al de los inversores de conexión a red pero con varias peculiaridades. La principal diferencia está en su salida: dado que estos inversores no están conectados a una red con la que sincronizar, deben funcionar como fuentes de tensión (y no como fuentes de corriente, caso habitual en los SFCR). Por lo general no incluyen un buscador del punto de máxima potencia.

## **2. Componentes de los Sistemas fotovoltaicos**

Cabe resaltar que para efectos de esta investigación, se considerará como referencia los Sistemas Fotovoltáicos que son instalados por el programa Sembrando Luz. En los cuales la potencia suministrada por estos Sistemas Fotovoltáicos es equivalente 1200 Wp de electricidad, debido a que estos permiten garantizar el suministro eléctrico de una carga pequeña que se adaptada a las necesidades básicas de por ejemplo una escuela o un ambulatorio de este tipo de comunidades aisladas, ya que los mismos fueron diseñados para soportar cargas de tipo rural. Estos constan principalmente de los siguientes elementos: Módulos Solares Fotovoltáicos, baterías, regulador, convertidor DC/AC, estructura soporte, cables y accesorios eléctricos, los cuales se detallan a continuación.

### **- Módulos Solares Fotovoltáicos**

El módulo solar fotovoltaico se compone de celdas solares individuales conectadas en serie. Este tipo de conexión permite adicionar tensiones (voltajes). Dicho módulo fotovoltaico (FV) es el conjunto más básico de celdas FV, y en general pueden incluir desde menos de una docena hasta cerca de 100 celdas. Este panel FV comprende grupos de módulos, mientras que el arreglo FV es la combinación de módulos conectados en serie y/o paralelo para fijar valores determinados de corriente y voltaje. Están cubiertos de vidrio templado transparente que permite pasar la radiación solar y ayuda a minimizar la pérdida de calor.

El número de módulos FV, depende de la energía a acumular para satisfacer la demanda de las cargas, y el tiempo que se requiera para este proceso. Los Sistemas Fotovoltáicos que son instalados por FUNDELEC, generalmente están constituidos por 8 módulos de 150 Wp cada uno, que generan 1200 Wp por hora, con lo que se supe en forma segura y confiable una carga de 750 Wp. No obstante, en este programa se instalaron equipos para la electrificación de viviendas con arreglos de 4 módulos de 175 Wp. para una salida de 1100 W; así como también equipos de 3840Wp de generación, para objetivos sociales que posean mayores requerimientos eléctricos.

### **- Batería**

Dado que la incidencia de luz solar no está disponible 24 horas, se requiere de un banco de baterías para almacenar la energía producida por los paneles durante los periodos soleados, estos permitirán disponer de la corriente eléctrica necesaria para abastecer las cargas durante la noche o en días de baja insolación. De igual manera, de su capacidad de almacenamiento, las baterías comerciales proveen información acerca de su estado de carga, relativa a la relación porcentual entre la capacidad disponible y la total. Además de su profundidad de descarga, que es la relación entre la capacidad útil y la total, y el ciclaje, que es la cantidad de procesos cíclicos de carga y descarga que pueden determinar la vida útil del acumulador. Las baterías deben ubicarse en un lugar cerrado, evitando su exposición al sol.

- **Regulador**

El proceso de carga de las baterías se controla mediante un dispositivo electrónico llamado regulador, este tiene como misión evitar sobrecargas o descargas excesivas a éstas, que le producirían daños irreversibles. Del mismo modo, permite asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia, debido a que cuando las baterías alcanzan su valor máximo de carga, el regulador interrumpe ese flujo de corriente, (corriente continua).

El sistema de regulación puede estar conectado en serie o en paralelo. Existen estrategias de regulación a utilizar, dependiendo del tipo de carga. Los reguladores modernos también posibilitan la selección del tipo de batería, el ajuste de los niveles de tensión, protección contra inversión de la polaridad y secuencia de conexión, duración de las etapas de regulación y la adquisición de datos, es decir, son gestores y supervisores del sistema en general.

- **Inversor**

Es un equipo electrónico que transforma la corriente continua proveniente de las baterías en corriente alterna, esto se debe a que la mayoría de los artefactos eléctricos de uso diario, están diseñados para trabajar con corriente alterna. Según sea el diseño para la conexión, los inversores se pueden emplear con o sin transformador, y con potencia en rangos variados. Existen inversores guiados por red (fiables, de mayor

tamaño, económicos) y los inversores auto guiados, que generan por si mismos la frecuencia de red y se sincronizan a la misma.

- **Estructura Soporte**

En vista de los distintos accesos a las comunidades aisladas de la red eléctrica convencional, las estructuras que soportan los elementos de los Sistemas Fotovoltaicos varían su diseño de una comunidad o región a otra, debido a la geografía por la que hay que atravesar. Para darle rigidez y estabilidad a todo el sistema fotovoltaico, se han diseñado estructuras sencillas de aluminio, madera, concreto, incluso hasta en las mismos tejados de las viviendas.

- **Cables y accesorios eléctricos**

Los conjuntos de todos los elementos nombrados anteriores deben estar conectados mediante un cableado que permita la ejecución limpia del circuito y a su vez los conecte con las cargas a alimentar.

**2.2.4. Pasos para calcular una instalación solar fotovoltaica**

Para el cálculo de una instalación solar fotovoltaica se deben cumplir los siguientes pasos: 1) Determinación de la potencia diaria del panel solar con las condiciones del área de estudio. 2) Una vez definida la potencia diaria del panel solar se procede a especificar la cantidad de paneles estableciendo el número de placas fotovoltaicas y baterías necesarias para la instalación del sistema.

**a. Cálculo de la energía potencial diaria de cada panel, ( $E_P$ )**

Inicialmente se realiza el cálculo de la energía promedio diaria generada por cada panel se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$E_P = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR(5)$$

Donde:

$P_{MMP}$  = Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC (Standards for Standar Test Conditions).

$HPS_{crit}$  = Horas de Sol pico del mes crítico.

PR = Factor global de funcionamiento que varía entre 0,65 y 0,90.

**b. Cálculo energético hora día (A-h/d)**

En este paso se determina la cantidad de energía generada por el sistema hora-día, la cual es expresada en amperios hora, y que se define como una unidad de intensidad eléctrica que indica la cantidad de energía que llega a los terminales de una batería. Es decir, es la cantidad de electricidad que puede almacenar durante la carga y devolver durante la descarga. Para esto se debe tomar en cuenta la tensión nominal del panel solar, que refleja los valores para los cuales está diseñado sin que sufra daños en sus componentes.

$$A-h/d = Ep / \text{Tensión nominal del panel FV} \quad (6)$$

Además del cálculo energético hora-día es importante determinar el número de paneles solares fotovoltaicos necesarios para el sistema, aplicando la formula siguiente:

$$\text{Número de paneles solares FV} = [\text{Consumo anual (kWh/año)} / Ep \quad ] \quad (7)$$

**c. Cálculo de series con regulador**

En la conexión de paneles en serie, se produce un voltaje que se manifiesta como la sumatoria de los voltajes individuales de cada panel, considerando que se mantiene invariable la intensidad de este.

$$N \text{ series} = [\text{Tensión nominal del acumulador} / \text{Tensión nominal del panel FV}] \quad (8)$$

**d. Cálculo de paralelo sin regulador**

En el caso de decidir no instalar un regulador, se debe utilizar otro criterio de control, es decir el de Amperios – Hora, en donde la batería cumplirá la función de estabilizar la tensión del sistema energético. Cabe resaltar, que se tiene que tomar en cuenta que si no se utiliza un regulado el sistema esta propenso a fallar si alcanza el punto de máxima potencia.

$$N \text{ paralelo} = \text{Corriente de captación} / \text{corriente unitaria} \quad (9)$$

**e. Cálculo de corriente unitaria**

La corriente unitaria es entendida como la medida de generación eléctrica de cada panel fotovoltaico, donde se establece a la potencia pico como la capacidad energética en Watts que posee el panel solar. Esta medida es utilizada para calcular la energía que entra al regulador y también para evitar la pérdida de rendimiento.

$$\text{Corriente unitaria} = [\text{Potencia pico} / \text{Tasa nominal del panel}] \quad (10)$$

A partir de lo anterior, se determina el promedio de consumo energético, tomando como base la tensión nominal del acumulador, donde se define si la energía generada supe el consumo de la parcela 566, caso de estudio. Obteniendo así el consumo de energía promedio en A-h/d

$$Q_{A-h} = [\text{Consumo diario de la parcela 566 (W)} / \text{tasa nominal del acumulador}] \quad (11)$$

Donde:

$$Q_{A-h} = \text{Consumo de energía promedio en A-h/d}$$

**f. Cálculo de la energía captada por el sistema fotovoltaico**

Se define como la corriente generada por los módulos fotovoltaicos, siendo este un valor fundamental para el desarrollo del análisis técnico del modelo de generación solar.

$$\text{Corriente de captación} = [Q_{A-h} / \text{HPS}_{\text{crit}}] \quad (12)$$

Donde:

$Q_{A-h}$  = Consumo de energía promedio en A-h/d

HPS<sub>crit</sub> = Horas de Sol pico del mes crítico

**g. Cálculo de la capacidad de la batería**

En este apartado se analiza la autonomía del sistema de baterías, determinando cuantos días esta puede suministrar electricidad.

$$C_{BAT} \geq [(\text{Consumo diario (W)} * \text{Días de autonomía}) / \text{voltaje} * \text{Profundidad de descarga}] \quad (13)$$

La profundidad de descarga depende del tipo de batería elegido. Estos valores oscilan entre 0,5 a 0,8. Estos valores se pueden consultar en las características técnicas para cada modelo y fabricante.

**h. Cálculo de la capacidad del acumulador**

Acá se determina la cantidad de energía generada que se puede generar temporalmente en el acumulador para ser suministrada a la parcela 566, sector Uvirote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico.

$$\text{Capacidad del acumulador} = [C_{BAT} / \text{Tensión nominal acumulador}] \quad (14)$$

Es importante resaltar, que la selección del sistema de acumulación requiere de diferentes comprobaciones para que el sistema dure y tenga un óptimo rendimiento. De allí que los sistemas de acumulación necesitan una mínima intensidad de carga para asegurar que las baterías carguen correctamente y evitar que tengan una vida útil más corta de la esperada.

**i. Cálculo de la descarga diaria**

Permite determinar la velocidad de consumo, el establecimiento del porcentaje de descarga del banco de batería en un día.

$$\text{Descarga diaria} = [\text{Consumo diario de la parcela 566 (W)} / C_{BAT}] * 100 \quad (15)$$

#### **j. Cálculo de la descarga profunda**

Permite determinar el porcentaje de descarga de las baterías sin que los paneles solares generen electricidad.

$$PD = [(Consumo diario de la parcela 566 (W) * Días) / CBAT] * 100$$

(16)

#### **2.2.5. Mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos**

Según Cordero (2019), en el mantenimiento de todo proyecto de energía solar, independiente se su naturaleza, bien sea aislado o de autoconsumo fotovoltaico, se den tomar en cuenta una serie de aspectos al momento de realizarlo. El mismo autor explica que: “Básicamente podemos diferenciar dos tipos de mantenimiento de plantas fotovoltaicas: Mantenimiento fotovoltaico preventivo y Mantenimiento fotovoltaico no preventivo”. (Párr. 2)

##### **2.2.5.1. Mantenimiento fotovoltaico preventivo**

Comprende una serie de actividades fundamentales, que pueden ser realizadas por personal no especializado e incluso por el propietario de los paneles solares, que se muestran a continuación:

#### **1 Mantenimiento del sistema de generación**

Según Cordero (2019), este:

Consiste en retirar, una vez al mes, cualquier tipo de objeto, suciedad, etc, que pueda afectar a la correcta producción de los paneles fotovoltaicos, es decir, excrementos de aves o nieve serían un ejemplo. Para ello, es fundamental que la instalación de los paneles se haya hecho correctamente para evitar, en la medida de lo posible, no tener que caminar sobre los paneles solares por sus consecuencias negativas. (Párr. 6)

Se interpreta de la cita anterior que el mantenimiento debe realizarse con una frecuencia mensual para eliminar no solo el polvo que se pueda acumular en las ranuras de los paneles, sino también cualquier excremento que las aves puedan defecar en los mismos. Es importante resaltar que dicha limpieza debe realizarse con un trapo húmedo por agua, no con detergentes, pues estos pueden tener efectos abrasivos en dichas instalaciones. Por otra parte, el hecho de no realizar dicho mantenimiento a

mediano plazo disminuirá la corriente eléctrica generada y si perduran en el tiempo podrían generar puntos calientes.

## **2. Inspección visual de posibles degradaciones en los paneles solares**

Esta inspección debe realizarse cada dos meses, vigilando la calidad de los paneles solares. De allí que se debe controlar que ninguna célula este en mal estado por efectos de acciones externas (crista de protección roto). De igual manera se comprueba que el marco del módulo no presente deformaciones o roturas, para que no afecten las óptimas condiciones de dichos paneles.

## **3. Comprobación de la estructura soporte de los paneles:**

En este caso no se requiere mantenimiento anticorrosivo, dado que la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos generalmente están fabricadas en su totalidad con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable,. De allí que dicho, mantenimiento se debe realizar según los expertos en el tema cada seis a doce meses, y de acuerdo al ingeniero Cordero (2019), el mismo abarcará los siguientes aspectos:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
- Comprobación del estado de fijación de la estructura para placas solares a cubierta.
- Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica y la resistencia de paso al potencial de tierra.

## **4 .Revisión del buen funcionamiento de los inversores:**

Como los inversores solares, según Cordero (2019), son uno de los equipos más delicados de la planta fotovoltaica, de allí que estos requieren un mantenimiento fotovoltaico más exhaustivo. Por lo que las pautas de mantenimiento que a continuación el citado autor enumera sean también válidas para el emplazamiento en el interior de unas edificaciones sometidas a rangos de temperatura normales (0-40°C a la sombra).

De acuerdo al citado autor, los trabajos de mantenimiento para cualquier tipo de inversor solar se muestran a continuación:

**a. A realizar al menos una vez al mes:**

- Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

**b. A realizar al menos una vez cada seis meses:**

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

**c. A realizar al menos una vez al año:**

- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan decoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento / GFDI Comprobar el funcionamiento y la señalización.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección:
- Interruptores de protección de la corriente de defecto.
- Interruptores automáticos.
- Interruptores de potencia.
- Interruptores de protección de motores por accionamiento manual o mediante la tecla de control (si existe).
- Revisión de las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V
- Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.

#### **2.2.5.2 Mantenimiento no preventivo**

En el mantenimiento no preventivo de las instalaciones de placas solares se recomienda que este sea realizado por personal capacitado para tal fin, tal como un instalador de estas con amplios conocimientos sobre sistemas eléctricos y que posea amplia experiencia en instalaciones fotovoltaicas. Por otra parte dado que algunas de estas operaciones de mantenimiento pueden suponer la interrupción del suministro

eléctrico, el personal de mantenimiento debe informar al usuario con suficiente tiempo para que tome las previsiones pertinentes.

De acuerdo a Cordero (2019), las comprobaciones, no preventivas, habituales que deben llevarse a cabo en instalaciones de placas solares son las siguientes:

### **1. Mantenimiento del sistema de generación (paneles solares):**

Este tipo de mantenimiento de las placas solares de realizarse, por lo menos, anualmente cuando todos los módulos solares estén ya montados y conectados. El mismo se debe efectuar durante las horas centrales del día para evitar sombras y para que la corriente producida sea lo suficientemente elevada. De igual manera, debe comprobarse el estado y la estanqueidad de las cajas de conexión de los paneles, así como controlar la tensión a circuito abierto (Voc) y la corriente de cortocircuito (Isc), y según Alfonso (s/f) debe realizarse mediante:

- a) **Medición de la tensión a circuito abierto:** En este caso se debe realizar en la salida del campo fotovoltaico. Es decir, en la caja principal de conexiones mediante la utilización de un voltímetro. Si el sistema fotovoltaico está conectado a un regulador, antes de comenzar a medir la tensión, conviene comprobar que el campo está desconectado del regulador. La tensión a circuito abierto total (Voc-total) será:

$$\text{Voc-total} = \text{N}^\circ \text{ Paneles} \times \text{Voc-modulo} \quad (17)$$

- b) **Medición de la corriente de cortocircuito:** Este se efectuará en la caja principal de conexiones del campo fotovoltaico. No obstante, en esta medición, no será necesario que el sistema fotovoltaico esté desconectado del regulador, debido a que para determinar la corriente de cortocircuito, correspondiente al nivel de intensidad incidente en los paneles, previamente se tendrá que verificar si se está recibiendo dicha intensidad, pues la corriente puede diferir enormemente dependiendo de la irradiación en cada momento. La corriente de cortocircuito total (Isc-total) será:

$$\text{Isc-total} = \text{N}^\circ \text{ Filas módulos en paralelo} \times \text{Isc-modulo} \quad (18)$$

Es importante resaltar que de acuerdo al autor Alfonso (s/f), antes citado, en la medición de la corriente del circuito se pueden presentar dos situaciones, a saber:

1. Cuando la corriente de cortocircuito sea baja (de unos 10A), la medición se podrá hacer con un simple multímetro, colocando las sondas sobre los terminales de la caja principal de conexiones, y,

2. Cuando la corriente de cortocircuito es mayor que la capacidad del polímetro, entonces habrá que usar una pinza amperimétrica.

El mismo autor explica que, en el segundo caso, donde se hará necesario el uso de una pinza amperimétrica, los técnicos se pueden encontrar son los siguientes:

- En instalaciones con tensión a circuito abierto dentro del rango de seguridad, se conecta un cable de sección adecuada entre los terminales de la caja principal de conexiones y se coloca la pinza en este cable.

- En instalaciones con elevado valor de tensión a circuito abierto y/o corrientes de cortocircuito, se colocará un interruptor entre los terminales de la caja de conexiones que deberá permanecer abierto en condiciones de funcionamiento. Cuando se vaya a medir se cerrará el interruptor y se colocará la pinza amperimétrica en uno de los cables conectados al interruptor.

## **2. Caídas de tensión en los distintos circuitos.**

Este es uno de los indicadores más eficientes del buen funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Consiste en la comprobación realizada cuando por el circuito circule, aproximadamente, la máxima corriente de funcionamiento y la misma debe estar dentro de los rangos calculados en el momento que se hizo el diseño de la instalación. Para esto se seleccionan los puntos de comprobación de cada uno de los circuitos, relacionados a continuación:

a) ***Circuito paneles-controlador de carga, o paneles-inversor.*** En este, los puntos de prueba serán los terminales de la caja principal de conexiones del campo FV y los terminales del regulador (si lo hubiera) o inversor.

- b) **Circuito controlador-batería.** Acá los puntos de prueba serán los terminales correspondientes a este circuito y los terminales positivo y negativo de las baterías más alejadas eléctricamente del regulador de carga.
- c) **Circuito baterías-inversor.** En este caso, los puntos de prueba serán los terminales de entrada del inversor y los terminales positivos y negativos de las baterías solares más alejadas eléctricamente del inversor.
- d) **Circuitos de consumo.** No suele realizarse esta comprobación

### **3. Mantenimiento del cuadro general de distribución**

Este tipo de mantenimiento consiste en comprobar los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos indirectos y directos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protege, el mismo debe realizarse cada cinco años.

### **4. Mantenimiento de la instalación interior:**

Al igual que el anterior este tipo de mantenimiento debe realizarse con una frecuencia de cinco años. En el se verificará el aislamiento de la instalación interior, que entre cada conductor de tierra y entre cada dos conductores, la cual no deberá ser inferior de 250.000 Ohmios.

### **5. Mantenimiento de la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica:**

Debe realizarse en la época en que el terreno donde este ubicada la instalación fotovoltaica este más seco, con una frecuencia de dos años. La misma consiste en medir la resistencia tierra y verificar que esta no sobrepase el valor prefijado, de igual manera, se comprobará, mediante inspección visual, el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra, con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

Es de suma importancia que durante la fase de realización de la instalación fotovoltaica, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se deben realizar sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión. De igual manera, se recomienda que en el lugar de trabajo se encuentren siempre un mínimo de dos operarios, utilizándose herramientas aisladas y

guantes aislantes. Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, éstas deberán de estar dotadas de aislamiento clase II (como mínimo).

### **2.3. Bases Legales**

En este apartado se muestran los fundamentos legales que sustentan esta investigación. Al respecto, Palella y Martins (2012), explican: “La fundamentación legal o bases legales se refiere a la normativa jurídica que sustenta el estudio”. (p.63)

#### **2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5.908 Extraordinario del 19-02-2009.**

De acuerdo a la CRBD, en su artículo 112. (De los Derechos Económicos), el Estado garantizara la creación y justa distribución de la riqueza, así como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, impulsando el desarrollo integral del país.

Por otro lado, las ventajas que tienen los sistemas fotovoltaicos en los efectos sobre el ambiente, permite al Estado el uso y la aplicación de ellos en las comunidades, bajo el marco legal del artículo 127. (De los Derechos Ambientales), el cual señala que “es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de unavida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

Así mismo menciona que es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

#### **2.3.2 Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía. (Gaceta Oficial N° 39.823 del 19 de diciembre de 2011**

Esta Ley tiene por objeto promover y orientar el uso racional y eficiente de la energía en los procesos de producción, generación, transformación, transporte, distribución, comercialización, así como el uso final de la energía, a fin de preservarlos

recursos naturales, minimizar el impacto ambiental y social, contribuir con la equidad y bienestar social, así como, con la eficiencia económica del país, mediante el establecimiento de políticas enfocadas en el uso racional y eficiente de la energía, la educación energética, la certificación de eficiencia energética y la promoción e incentivos para el uso racional y eficiente de la energía (Capítulo I, artículo 1).

### **2.3.3 Normas COVENIN 200: 2004. Código eléctrico Nacional**

#### **2.4. Definición de Términos Básicos**

Según Arias (2012), la definición de términos básicos: “Consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucradas en el problema y en los objetivos formulados”. (p. 108)

**Baliza:** La baliza es un objeto señalizador, utilizado para indicar un lugar geográfico o una situación de peligro potencial. Wikipedia

**Campo eléctrico:** Un campo eléctrico es un campo de fuerza creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas (la causa del flujo eléctrico) y se mide en Voltios por metro (V/F). El flujo decrece con la distancia a la fuente que provoca el campo.

**Carga:** Una carga eléctrica ( $q$  o  $Q$ ) es la cantidad de electricidad no contrarrestada que hay en un objeto (puede ser positiva o negativa). Consiste en un exceso o en una falta de electrones. La materia que posee una carga produce campos electromagnéticos y está influida por éstos. A los electrones se les atribuye por convención una carga elemental de  $-1$ . Los iones están cargados positiva o negativamente. La unidad que mide la carga de un objeto es el culombio, que equivale a  $6.24 \times 10^{18}$  cargas elementales.

**Corriente eléctrica:** La corriente eléctrica es un fenómeno físico causado por el desplazamiento de una carga (ión o electrón). En el caso de un conductor metálico, son principalmente los electrones los que toman parte en la corriente. Glosario Green Facts

**Electricidad:** La electricidad es un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento e interacción entre las cargas eléctricas positivas y negativas de los cuerpos físicos. La palabra “electricidad” procede del latín *electrum*, y a su vez del griego *élektron*, o ámbar. La referencia al ámbar proviene de un descubrimiento

registrado por el científico francés Charles François de Cisternay du Fay, que identificó la existencia de dos tipos de cargas eléctricas (positiva y negativa). Las cargas positivas se manifestaban al frotar el vidrio, y las negativas al frotar sustancias resinosas como el ámbar. Foro nuclear (s/f, párrafo 1)

**Energías renovables:** La energía renovable es un tipo de energía que se ha generado a partir de fuentes naturales prácticamente inagotables. Los recursos renovables tienen la capacidad de regenerarse más deprisa que la velocidad con la que se consumen. Energía solar (, párrafo 1)

**Fotovoltaico:** es un adjetivo para identificar todo aquello que tenga relación con la energía fotovoltaica y el efecto fotovoltaico, más concretamente. Este concepto de energía solar se refiere a la generación de electricidad a través de la luz solar. Energía solar (, párrafo 1)

**Potencia eléctrica:** Es la proporción por unidad de tiempo mediante la que la energía eléctrica es transferida a través de un circuito. En este caso, la unidad de este proceso es el vatio (W). A partir de esta unidad, encontramos otros como el kilovatio (kW) o megavatio (MW).Pepeenergia (s/f, párrafo 1)

**Termodinámica:** La termodinámica es la rama de la física que estudia los efectos de los cambios de temperatura, presión y volumen de un sistema físico (un material, un líquido, un conjunto de cuerpos, etc.), a un nivel macroscópico. La raíz "termo" significa calor y dinámica se refiere al movimiento, por lo que la termodinámica estudia el movimiento del calor en un cuerpo. La materia está compuesta por diferentes partículas que se mueven de manera desordenada. La termodinámica estudia este movimiento desordenado. Energía solar (s/f, párrafo 1)

**Transformador:** Un transformador es una máquina eléctrica que, basándose en los principios de inducción electromagnética, transfiere energía de un circuito eléctrico a otro, sin cambiar la frecuencia. La transferencia se lleva a cabo con el cambio de voltaje y corriente. Un transformador aumenta o disminuye la corriente alterna cuando es necesario. Estas máquinas ayudan a mejorar la seguridad y eficiencia de los sistemas

de energía durante su distribución y regulación a través de largas distancias. TECSA (2019, párrafo 1)

**Voltio:** (También Volt) Símbolo V. Denominado así en honor a Alessandro Giuseppe. Un volt o voltio es la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos de un hilo conductor que transporta una corriente de intensidad constante de un ampere o amperio cuando la potencia disipada entre estos puntos es igual a un watt o watio. Glosario servidor (2018, párrafo 1)

**Watts o Vatios:** El Watt es la medida utilizada para representar la potencia eléctrica y establece a qué velocidad puede transformarse la energía eléctrica. Esta unidad, aceptada en el Sistema Internacional de Unidades (SI) en 1889 es representada con el símbolo W y equivale a 1 Joule por segundo (1J/s). Y ¿qué es un Joule? El Joule es la medida utilizada para medir la cantidad de energía que se utiliza. Es decir que si se está consumiendo 1 Joule por segundo se estaría consumiendo 1 Watt de potencia eléctrica. Benítez (s/f, párrafo 4)

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

El fin esencial del marco metodológico es precisar, a través de un lenguaje claro y sencillo, los métodos, técnicas, estrategias, procedimientos e instrumentos utilizados por el investigador para lograr sus propósitos, mediante la utilización de métodos que, sustentados por el criterio de autores de libros de metodología, por lo que es importante que estos apoyos estén acompañados de citas parafraseadas o textuales con sus correspondientes soportes de autor.

Según Balestrini (2006), el marco metodológico:

Es el conjunto de procedimientos lógicos, tecno operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (p.125).

En otras palabras, se puede señalar que el marco metodológico es el resultado a obtener o que puede cumplirse a lo largo del periodo de procesamiento de información a través de los datos que se implementen exhibiéndose, como la ruta empleada por el investigador para la consecución de los objetivos propuestos, asumiendo que son fiables la búsqueda, comparación y abordaje en la “Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares. Caso: Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico”

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Toda indagación debe definir el tipo de investigación que va a realizar. En este sentido, Palella y Martins (2012), explican que: “El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios”. (p. 88) En otras palabras el tipo de investigación tiene como propósito ubicar el tipo de estudio, así

como también, ubicar al investigador en la forma de recolectar la información pertinente para el buen desarrollo de la indagación.

De acuerdo al propósito del estudio la investigación titulada “Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares. Caso: Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico”, fue una investigación aplicada, pues buscó solucionar un problema práctico que dicha parcela presenta. Al respecto, Padrón (2006), citado por Vargas (2008), son “(...) los estudios que explotan teorías científicas previamente validadas, para la solución de problemas prácticos y el control de situaciones de la vida cotidiana” (p. 16).

En este sentido, la forma que adoptó la investigación, es un proyecto factible, según El Manual de tesis de grado de especialización y maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador FEDUPEL, (2008), "la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos" (p. 21).

El manual antes citado, explica, que los proyectos factibles comprenden varias etapas a saber:

(...) diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta, procedimientos metodológicos, actividades y recursos necesarios para su ejecución, análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto, y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados. (p. 21)

### **3.2. Nivel de la Investigación**

De acuerdo al nivel de análisis, Arias, (2012), explica “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio.” (p.23). Por lo tanto de este depende cuanto abarcó la investigación. El estudio respondió al nivel proyectivo, que de acuerdo a Hurtado de Barrera (2000), citado por

Palella y Martins (2012), es el que "intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, y no necesariamente ejecutar la propuesta." (p. 94).

En la investigación titulada "Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares. Caso: Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico", pretendió dar soluciones al problema de electricidad que se presenta en esa comunidad rural. La presente investigación también se catalogó como descriptiva; debido a que se describirán los fenómenos como aparecen en la actualidad.

Al respecto, Arias (2012), explica que la investigación descriptiva consiste en: "la caracterización de un hecho fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su comportamiento. Los resultados se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere" (p.24).

En este estudio se llevó a cabo un diagnóstico sobre las características generales del área en estudio, un análisis del potencial energético del lugar, se realizó un estudio de carga, la descripción de los componentes del equipo a utilizar y explicación detallada del procedimiento para la recolección de datos, necesarios para llevar a cabo la elaboración del diseño e instalación del equipo.

### **3.3. Diseño de la Investigación**

Desde el punto de vista del diseño, es decir, el plan que se llevó a cabo para responder las preguntas de investigación, Arias (2012) plantea el diseño de investigación como "la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado" (p.26). Debido a esto se consideró al diseño de investigación como la guía que debe seguirse para desarrollar correctamente el trabajo investigativo. Este estudio asumió un diseño no experimental que consiste en obtener los datos de la investigación sin necesidad de alterar nada en el entorno, Dzul, (2013), define el diseño no experimental como "aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos."(párr. 1).

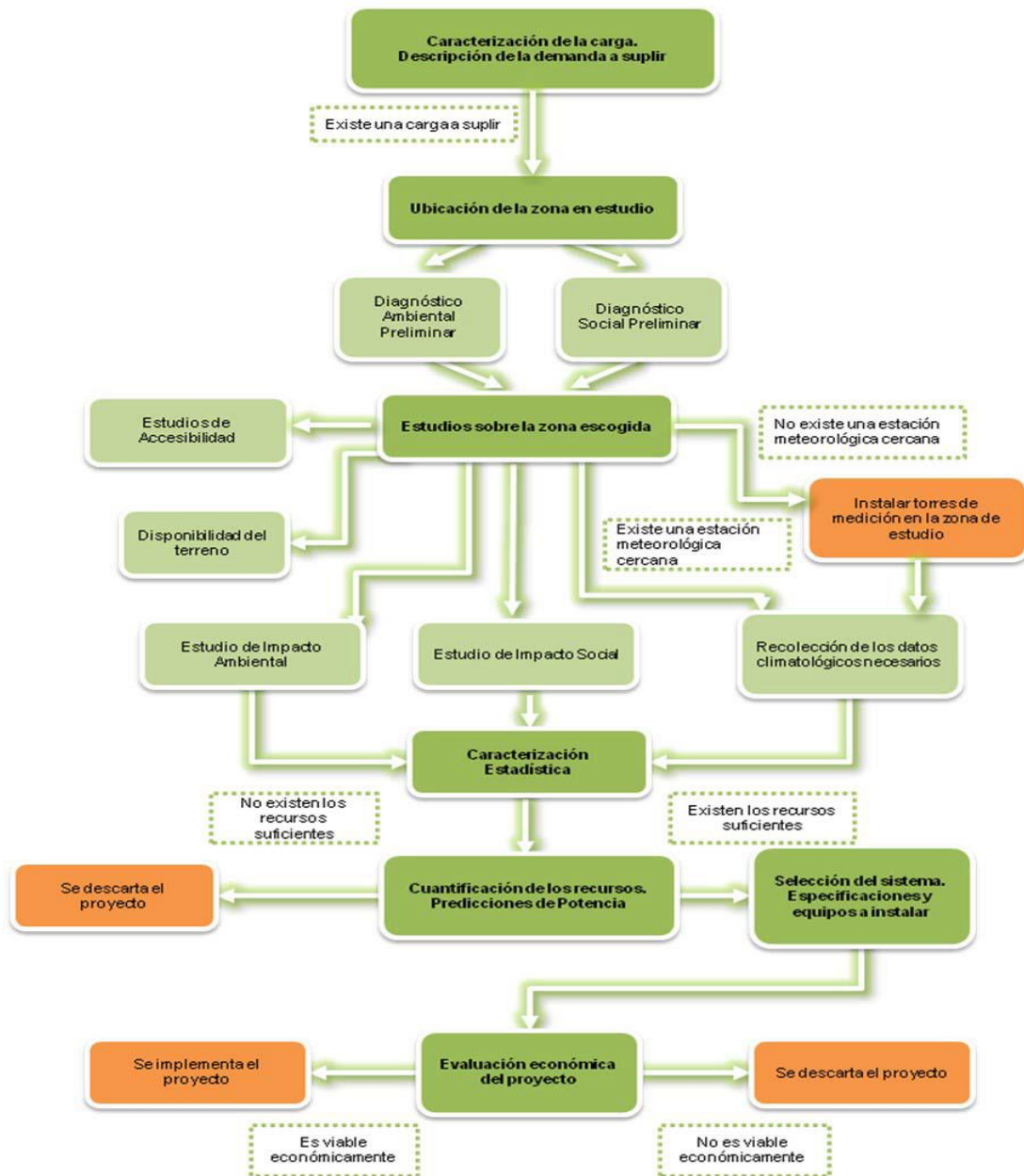
Por ende, la investigación con diseño no experimental tuvo resultados certeros debido a su nulo nivel de manipulación en la muestra, pues los datos se dieron en su estado natural. Del mismo modo, tuvo un diseño de campo, que de acuerdo a Arias (2012):

(...) es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (p.31)

Esta investigación tuvo un diseño de campo, porque los datos fueron tomados directamente de la realidad. Asimismo, tuvo apoyo documental, de acuerdo el autor Arias (2012), antes citado, manifiesta:

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p. 27)

Este estudio tuvo apoyo documental, dado que el autor para realizar este proyecto indagó en diversas fuentes impresas como libros, revistas, otros trabajos de grado y electrónicas tomadas de portales investigativos, diarios en líneas, entre otros. Adicionalmente, con el propósito de responder a la situación problemática planteada, esta investigación fue dividida por fases, y se aplicó la metodología propuesta por la Unidad de Planificación de Gestión de la Energía de CORPOELEC, elaborada por Gedler, L. y Rangel J. (2013), citada por Padilla (2017) y tomada tal como este autor la adaptó, pues en este caso se trata de una parcela y no una comunidad. (Ver Figura 9)



**Figura 9.** Metodología empleada por Gerder y Rángel (2013)

Fuente Padilla (2017, 63)

+

### 3.4. Población y Muestra

### **3.4.1. Población**

Según Arias (2012), “(...) es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p. 81) De allí que la población estuvo conformado por los elementos a estudiar. En esta investigación la población estuvo constituida por el propietario de la Parcela 566, Sector Uverote., municipio Francisco de Miranda, estado Guárico.

### **3.4.2. Muestra**

Siguiendo la línea planteada por Arias (2019), quien explica: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83) En esta investigación se utilizó el muestreo no probabilístico que es definido por el citado autor Arias (2012), como: “un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra” (p. 86). Y de este se seleccionó el muestreo casual o accidental, que “es un procedimiento que permite elegir arbitrariamente los elementos sin un juicio o criterio preestablecido”. (p. 86) Dado que la parcela 566, tiene un solo propietario.

## **3. 5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **3.5.1 Técnicas de recolección de datos**

Una vez realizada la indagación bibliográfica, y definido las fases de la investigación se procedió a establecer las técnicas a utilizar para recolectar la información pertinente a esta investigación. De acuerdo a Arias (2012), “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.”. (p. 67)

En la investigación titulada “Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de conversión de energía solar por medio de paneles solares. Caso: Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico”, se utilizaron como técnicas de recolección de datos, la revisión documental, la observación directa y la entrevista.

### **Revisión documental**

Esta técnica es definida por Hurtado de Barrera, (2006), como “el proceso mediante el cual un investigador recopila, revisa, analiza, selecciona y extrae información de diversas fuentes, acerca de un tema en particular con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión más profundos del mismo”. (p. 20). Esta técnica es de gran utilidad dado que permitió al autor informarse de todos los procedimientos relativos a los paneles solares y su instalación.

### **Observación directa**

De acuerdo a Arias (2012), “Es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetos de investigación preestablecidos”. (p.69). Esta técnica que permitió tener una clara visión general de las características ambientales, climatológicas y estructurales del área en estudio, funcionamiento de la planta de generación eléctrica antes de la instalación del sistema de energía fotovoltaico y conseguir los datos de campo requeridos para la resolución de la investigación.

### **La entrevista**

Según al citado autor Arias (2.012), “Se define como una técnica basada en el dialogo o conversación “cara cara”, entre el entrevistador y el entrevistado, acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida” (p.73). La misma fue aplicada al Ing. Cesar Morales, propietario de la parcela 566 del sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico.

### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

En relación a los instrumentos de recolección de datos, siguiendo la línea del autor Arias (2012), quien explica que: “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (p. 68). En esta investigación los instrumentos fueron, para la entrevista la guía semi estructurada de entrevista y para la observación la lista de cotejo, el diario de campo y la cámara fotográfica

### **Lista de cotejo o chequeo**

De acuerdo a Arias (2012), explica que “Lista de cotejo o de chequeo: también denominada lista de control o de verificación, es un instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada”. (p. 70). Por otra parte Palella y Martins (2012), manifiestan que:

(...) son un instrumento muy útil para registrar la evaluación cualitativa en situaciones de aprendizaje. Permiten orientar la observación y obtener un registro claro y ordenado de todo cuanto acontece. Sirven para sistematizar los distintos niveles de logro de cada investigador, mediante el uso de proposiciones, ítems, indicadores (o criterios de evaluación) (p. 126).

Este instrumento fue utilizado para observar las variables climatológicas necesarias para la implementación del sistema fotovoltaico y verificar los niveles de logro en la instalación de dicho sistema.

### **Guía de entrevista semi estructurada**

Según Folgueiras (s/f), es aquella donde

(...) se decide de antemano qué tipo de información se requiere y en base a ello – de igual forma- se establece un guion de preguntas. No obstante, las cuestiones se elaboran de forma abierta lo que permite recoger información más rica y con más matices que en la entrevista estructurada.

En la entrevista semiestructurada es esencial que el entrevistador tenga una actitud abierta y flexible para poder ir saltando de pregunta según las respuestas que se vayan dando o, inclusive, incorporar alguna nueva cuestión a partir de las respuestas dadas por la persona entrevistada (p.3)

Se interpreta entonces que este tipo de entrevista a pesar de que el autor tiene una guía de preguntas, él puede anexar otras de acuerdo a las respuestas obtenidas por el entrevistado. Lo cual es ratificado por el autor Arias (2012) quien expresa: “Aun cuando existe una guía de preguntas, el entrevistador puede realizar otras no contempladas inicialmente. Esto se debe a que una respuesta puede dar origen a información relevante en lo que respecta a la determinación de la demanda eléctrica actual y proyectada de la parcela, representación gráfica de las variables climáticas, del mismo modo inicialmente se planteó realizar cálculos utilizando el programa FV-Expert para el diseño del equipo, pero dado a los problemas de conectividad los mismos

fueron calculados aplicando las formulas respectivas definidas en el capítulo II. Con los resultados obtenidos se procedió a su análisis y discusión para dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

### **3.6. Diseño de las Fases Metodológicas**

En este apartado se muestran as diversas fases metodológicas que se siguieron en el desarrollo de la investigación:

#### **Fase I: Diagnóstico de la situación actual del sistema de alimentación eléctrico**

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica sobre la Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico en lo relacionado al ámbito geográfico, medio físico, y las posibles amenazas que se pudiesen presentar en la zona. Dicha información fue reforzada mediante la observación directa y la información suministrada por el dueño de esta.

En un segundo momento, se realizó una descripción de los servicios básicos (transporte, vialidad, agua, cloacas, aseo urbano) y la presencia de instituciones que hacen vida dentro en la comunidad, para lo cual se llevará a cabo un recorrido por el área en estudio para observar directamente la presencia o no de estos servicios, así como de las instituciones que realizan diversas funciones dentro de estas, para esto se tomaran fotografías donde se compruebe dicha información.

En tercer lugar, se evaluó el potencial energético de la zona con el fin estudiar la disponibilidad y variabilidad de recursos energéticos durante un periodo de tiempo, donde se estudió el comportamiento de variables climatológicas determinantes para evaluar el potencial de energía solar en la zona, tales como: la radiación solar, insolación y la temperatura.

En este aspecto, se realizó una revisión de la base de datos climáticos de las estaciones meteorológicas del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETFAV), más cercanas al sitio de interés, que en este caso corresponde a la estación meteorológica ubicada en Calabozo, otra estación climatológica a consultar es la ubicada en la población de San Juan de los Morros, cuyas coordenadas de ambas estaciones se muestran en la tabla 1. No obstante ambas

estaciones están fuera de servicio, por lo cual se recurrió a la estación climatológica del aeropuerto La Flechera de San Fernando de Apure, por ser la más cercana.

**Tabla 1**

*Coordenadas de las estaciones meteorológicas cercanas*

<b>Estación</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
<b>Calabozo</b>	67° 25´	08° 56´	100
<b>San Juan de los Morros</b>	67° 20´	09° 55´	429

Nota. Información tomada del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETFV). Adaptación Morales (2021)

Del mismo modo para mayor certeza se consultó a la base de datos de la Agencia de Administración Espacial NASA, debido a que esta establece promedios de distintas variables climatológicas, con registros de 22 años de medición, comprendidos entre los años 1983y 2005, para lo cual se tomaran promedios para una latitud de 67 grados y una longitud de 08 grados, coordenadas correspondiente a la ubicación de la parcela caso de estudio.

Cabe resaltar, que para determinar el potencial de energía solar de la zona, los esfuerzos iniciales se concentraron en identificar los parámetros climatológicos de sol registrados por las estaciones climatológicas antes mencionadas. Para esto se realizó un inventario de registros climatológicos, procesamiento de la información para obtener la media anual, representación gráfica y análisis del comportamiento de las variables consultadas. Concentrándose en los siguientes aspectos:

a.- Radiación solar

- Curva de radiación solar media.
- Curva de insolación promedio mensual (Para la elaboración de estas curvas se utilizaron datos registrados por la estación climatológica Calabozo y la Agencia de Administración Espacial NASA).
- Curvas comparativas de insolación (Estación climatológica de Calabozo vs Agencia de Administración Espacial (NASA).

- Curva comparativa media de Radiación solar vs Insolación.

b.- Temperatura

- Curva comparativa de temperatura media mensual, registrada por la estación de Calabozo y la NASA.
- Comportamiento eléctrico de un módulo al variar la temperatura, según Villanueva, T. (2004).

**Fase II: Realización del estudio de carga de la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico.**

En esta fase se levantó un inventario de todos los equipos electrodomésticos que utilizan en cada área de la Parcela 566, sector Uvirote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico, para de esta manera conocer la demanda eléctrica diaria actual y el consumo horario, expresado en kW/hora/día y posteriormente se representará gráficamente, la demanda eléctrica horaria. Para eso se utilizó un formato diseñado en una hoja de cálculo Excel donde se especificó lo indicado en la tabla 2.

Con esta información se realizaron cálculos matemáticos para su posterior análisis. Del mismo modo fue necesario calcular la demanda eléctrica proyectada, debido a que en el futuro se espera ampliar otras áreas en la parcela que posteriormente, ese consumo se incorporara a la demanda eléctrica actual, donde se tiene proyectado utilizar equipos de comunicación, ventilación, refrigeración e iluminación.

**Tabla 2**

Formato para calcular la demanda eléctrica

Área	Nombre equipo eléctrico	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Horas Uso (Día)	Lapso de tiempo	Energía (W/h)	Energía (Kw/h/Día)

### **Fase III: Desarrollo de la propuesta del sistema de energía solar a través de paneles solares**

Una vez realizado los respectivos cálculos de la demanda potencial de la demanda eléctrica se seleccionó el tipo de sistema de energía fotovoltaico apropiado a utilizarse para la electrificación de la Parcela, caso de estudio, para esto inicialmente se planteó la utilización del programa FV – Expert, por ser una herramienta de gran utilidad para el análisis, el cálculo y el dimensionado básico de instalaciones fotovoltaicas, tanto autónomas como conectadas a red. No obstante, debido a las limitaciones en el país de la prestación de los servicios básicos (electricidad e internet), los mismos fueron calculados manualmente.

Cabe resaltar que el diseño del sistema se realizó teniendo en cuenta las características de la demanda eléctrica que debe ser satisfecha y los otros objetivos perseguidos con la electrificación de la Parcela 566, sector Uvirote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico; así como también consideraciones preliminares que se deben tomar en cuenta al momento de realizar la instalación y puesta en marcha del equipo.

En el mismo orden de ideas, en dicha instalación fue necesario considerar las directrices que se establecen en las Normas para Sistemas Solares Domésticos (SHS), por ser una propuesta de Norma Universal para la instalación de Sistemas Fotovoltaicos Domésticos, destinados a proveer energía eléctrica a pequeñas cargas, principalmente iluminación, radio/cassettes y televisión, las cuales fueron creadas por la Dirección General de Energía (DGXVII), a través del programa Thermie-B de la Comisión Europea.

### **Fase IV. Análisis del estudio de viabilidad económica, técnica y social.**

En esta fase se procedió a determinar la factibilidad técnica, operativa, social y económica, mediante el cálculo de la relación costo-beneficio de la instalación de un sistema fotovoltaico para la parcela 566, sector Uvirote, municipio Francisco Miranda, estado Guárico, con el fin de determinar si el mismo es factible.



## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En la siguiente parte, se da respuesta a los propósitos planteados durante la investigación. Es por eso que aquí se presentan e interpretan los resultados obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos seleccionados. Para Pérez (2006), la presentación de los resultados es:

La información recopilada a partir de los instrumentos y técnicas de recolección de datos, puede ser presentada de manera organizada a través de varias formas: La presentación escrita; consiste en incorporar los datos estadísticos recolectados en forma de texto, a partir de una descripción de los mismos. (p.167).

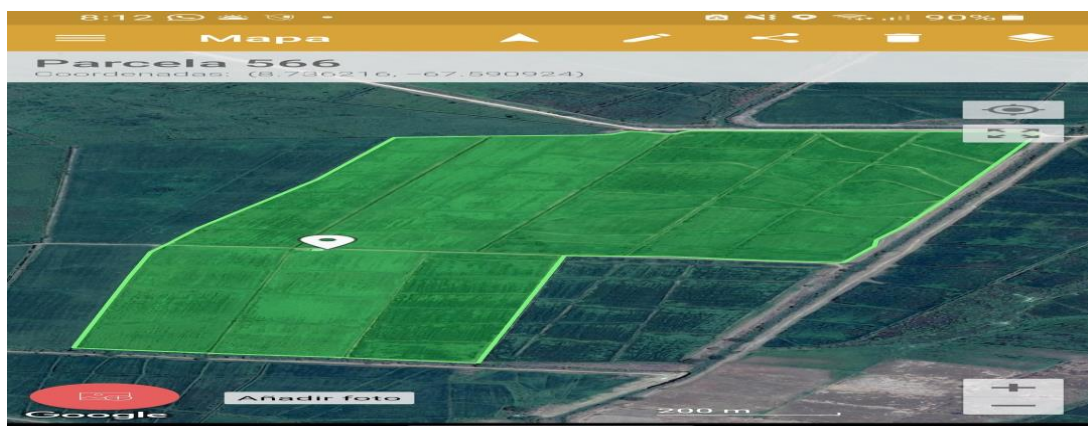
Los resultados de este estudio, se efectuaron a partir del procesamiento de la información aportada por las instituciones involucradas y el informante clave entrevistado en las diferentes reuniones realizadas con el propietario de la parcela, Ingeniero Agrónomo Cesar Morales, de igual manera estos son producto de las revisiones realizadas a diversos trabajos de investigación relacionados con el tema. Se utilizaron instrumentos de recolección de datos diseñados para obtener información significativa, necesaria para cumplir con los objetivos específicos establecidos en este estudio.

En relación al procesamiento de la información obtenida en el estudio de campo, esta se analizó utilizando el paradigma interpretativo, bajo un enfoque cualitativo. A continuación se presentan los resultados obtenidos en las diferentes fases de este trabajo de investigación, con su respectivo análisis.

#### 4.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de alimentación eléctrico

Para dar cumplimiento a esta fase se aplicaron tres instrumentos de recolección de datos la primera de ella fue la revisión bibliográfica sobre la Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico en lo relacionado al ámbito geográfico, medio físico, y las posibles amenazas que se pudiesen presentar en la zona. Dicha información fue reforzada mediante la observación directa y la información suministrada por el dueño de esta, a quien se le aplicó una guía semiestructurada de entrevista.

Inicialmente se procedió a identificar la ubicación de la parcela 566, Lotes B, C y D, está ubicada en el sector Uverote, asentamiento campesino Sistema de riego río Guárico, parroquia Calabozo, municipio Francisco de Miranda del estado Guárico. La misma consta de una superficie de SETENTA Y SEIS HECTÁREAS CON UN MIL TREINTA METROS CUADRADO (76 ha. 1030 m<sup>2</sup>). Esta alinderada por el norte con Terrenos ocupados por Parcela N° 566 Lote K y Parcela N° 566 Lote L. Sur con Terrenos ocupados por Parcela N° 171. Este con Terrenos ocupados por Parcela N° 161 y Oeste con Terrenos ocupados por Parcela N° 567 Lote F. demarcado por los puntos de coordenadas levantadas en proyección Universal Transversal (UTM). Huso 19. Latitud 8.736216 y Longitud -67.590924. (Ver figuras 10, 11 y 12).



**Figura 10.** Vista satelital de la parcela N° 566

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/8%C2%B044'10.2%22N+67%C2%B035'27.7%22W/@8.736172,-67.5932037,639m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d8.736172!4d-67.591015>



**Figura 11.** Vista satelital parcela 566 con casa.

Fuente: <https://earth.google.com/web/search/8.736216+-67.590924/@8.736216,-67.590924,74.46057925a,103.82486755d,35y,-52.06341993h,44.99402947t,0r/data=ClcaLRInGXiVtU3xeCFAIfqa5bLR5VDAKhM4LjczNjIxNiAtNjcuNTkwOTI0GAEgASImCiQJPI0Q7Ym9IUAR2Yv1c6ykIUAZ3olrEffiUMAhZzx4KtfpUMA>



**Figura 12.** Vista satelital de la casa ubicada en la parcela 566. Sector Uverote.

Fuente: <https://earth.google.com/web/search/8.736216+-67.590924/@8.73622181,-67.59102178,74.56687665a,35.54250965d,35y,-52.06336221h,44.988091t,-0r/data=ClcaLRInGXiVtU3xeCFAIfqa5bLR5VDAKhM4LjczNjIxNiAtNjcuNTkwOTI0GAEgASImCiQJPI0Q7Ym9IUAR2Yv1c6ykIUAZ3olrEffiUMAhZzx4KtfpUMA>

En dicha parcela se encuentra ubicada una vivienda con su galpón cuyas medidas son ocho metros de largo por cuatro metros de ancho, destinado como vivienda para los trabajadores de esta, y el galpón que sirve de silo para el almacenamiento de la cosecha de arroz y garaje de la maquinaria agrícola, posee unas medidas de diez metros de largo, por cinco de ancho y ocho metros de alto. (Ver figuras 13 y 14.)



**Figura 13** Vivienda ubicada en la parcela 566

. Fuente: Morales (2021)

El relieve de esta parcela es plano, dado que se encuentra ubicada en los llanos centrales del país, la fauna es de veda, está comprendida por mamíferos tales como: Araguato, Ardilla, áquiro, báquiro, Cachicamo montañero, Cachicamo sabanero, Comadreja cola corta del Orinoco, oso hormiguero, Cunaguaro, Chigüire, Danta y Lapa. Entre las aves, destacan el Alcaraván sabanero y Águila de penacho, garza, patos güirirí y los reptiles Baba, Boa constrictora, Caimán, Cascabel.



**Figura 14.** *Galpón ubicado en la vivienda*

Fuente: Morales (2021)

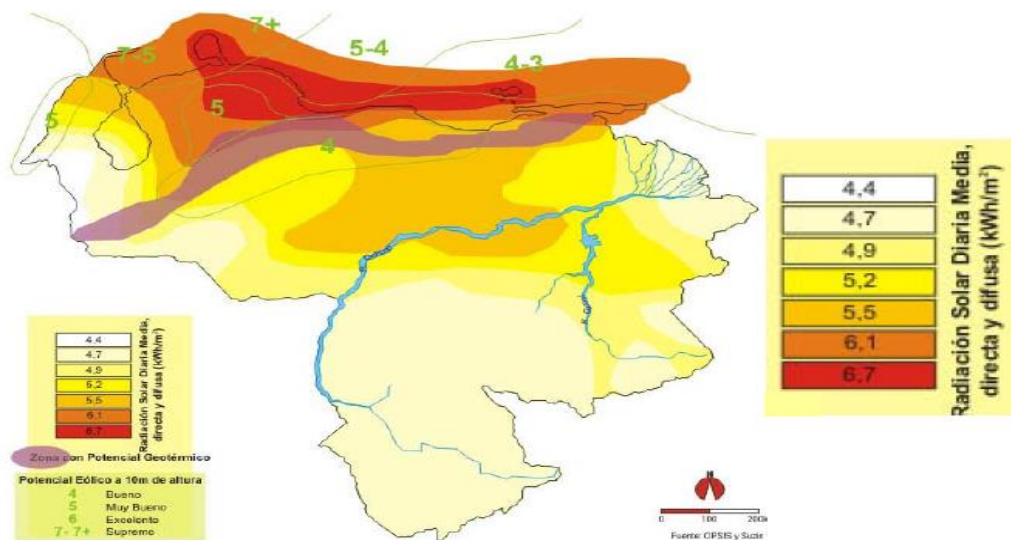
En cuanto a la flora, se encuentran también de veda: Caobas, Cedro, Pardillo, Saqui saqui, Mijao, y Acapo. Los suelos son de tipo arcilloso, no obstante el de la parcela poseen alta fertilidad por estar ubicada en el sistema de riego del río Guárico. Por otra parte se pudo comprobar que los sistemas de servicio educativo, de salud están ubicados a cinco kilómetros de distancia en el sector Uverito, del mismo municipio y el punto de electrificación más cercano está a tres kilómetros de distancia en la carretera nacional Calabozo – San Fernando de Apure.

En relación al clima, de acuerdo al Instituto Nacional de estadística, INE, en el predomina un clima tropical lluvioso considerado de sabana, el cual posee una estación seca y altas temperaturas. Por lo tanto, presenta una temperatura promedio anual de 26

°C. El mismo tiene un promedio de precipitación de 1.000- 1.500 mm anuales disminuyendo de sur a norte, donde se observa una marcada distribución de las lluvias en dos períodos, uno seco que se acentúa entre los meses de noviembre a abril y uno lluvioso que va de mayo a octubre.

Respecto al Análisis de los datos de la radiación solar, en este punto, se tomó en consideración radiación solar global diaria media sobre Venezuela y lo establecido por la revista Sembrando Luz, publicada por FUNDELEC (2012), citada por Padilla (2017), donde resalta, que: “Venezuela por su ubicación geográfica y riqueza en fuentes y recursos naturales, cuenta con un valioso potencial para el aprovechamiento de las energías renovables en especial en los campos solar, hidroeléctrico y eólico con alto potencial de aprovechamiento” (p. 103).

Es decir que en el país por tener una ubicación geográficamente estratégica se puede aprovechar el potencial de la energía solar para solucionar los problemas energéticos que se presentan en la actualidad; como es el caso de la parcela N° 566 de Uverote. Dicho potencial se ve reflejado en la figura 15 que se muestra a continuación:



**Figura 15.** Mapa radiación solar global diaria media sobre Venezuela  
Fuente: Hernández, Serafín y Viggiani (2012, p.11)

Tomando en consideración la ubicación geográfica estratégica de Venezuela y su cercanía con el Ecuador, la incidencia solar es contante y fuerte durante todo el periodo del año, y de acuerdo a la Figura 15, donde se percibe que la radiación solar media diaria directa y difusa en  $\text{kWh/m}^2$ , tiene una insolación diaria promedio de 5,5 horas solar pico HSP, energéticamente aprovechables las cuales no poseen muchas variaciones durante el año, y en el caso de la zona de estudio, de acuerdo a las estimaciones de la Agencia de Administración Espacial, NASA, esta es de 5,48  $\text{kWh/m}^2\text{dia}$ .

Con la finalidad de obtener información certera relativa a las condiciones climatológicas de la parcela caso de estudio, se pudo determinar que las estaciones climatológicas ubicada en las poblaciones de Calabozo y San Juan de los Morros, estado Guárico se encuentran inoperativas, por lo cual se recurrió a los datos suministrados por la estación meteorológica de San Fernando de Apure, ubicada en el Aeropuerto La Flechera, la cual tiene por coordenadas geográficas extremas están entre  $7^{\circ}10'$  y  $7^{\circ}55'$  de latitud Norte y  $66^{\circ}22'$  y  $67^{\circ}45'$  de longitud Oeste. Donde se obtuvo información sobre la nubosidad, dirección del viento, temperatura, y la irradiación solar. En relación a estos dos últimos puntos, se consideraron los datos obtenidos relacionados con estos suministrados por la Agencia de Administración Espacial, NASA, quien ofrece información meteorológica a cualquier lugar del planeta.

Del mismo modo se consideró la Radiación solar, en este aspecto se inicia mostrando la información recabada por la estación meteorológica del Aeropuerto La Flechera ubicado en San Fernando de Apure, para la latitud de 8, 7362 y longitud - 67,5909, en los últimos veinte años, relativa a la irradiación solar, cuyos valores son reflejados en la tabla 3, así como también en la gráfica 1

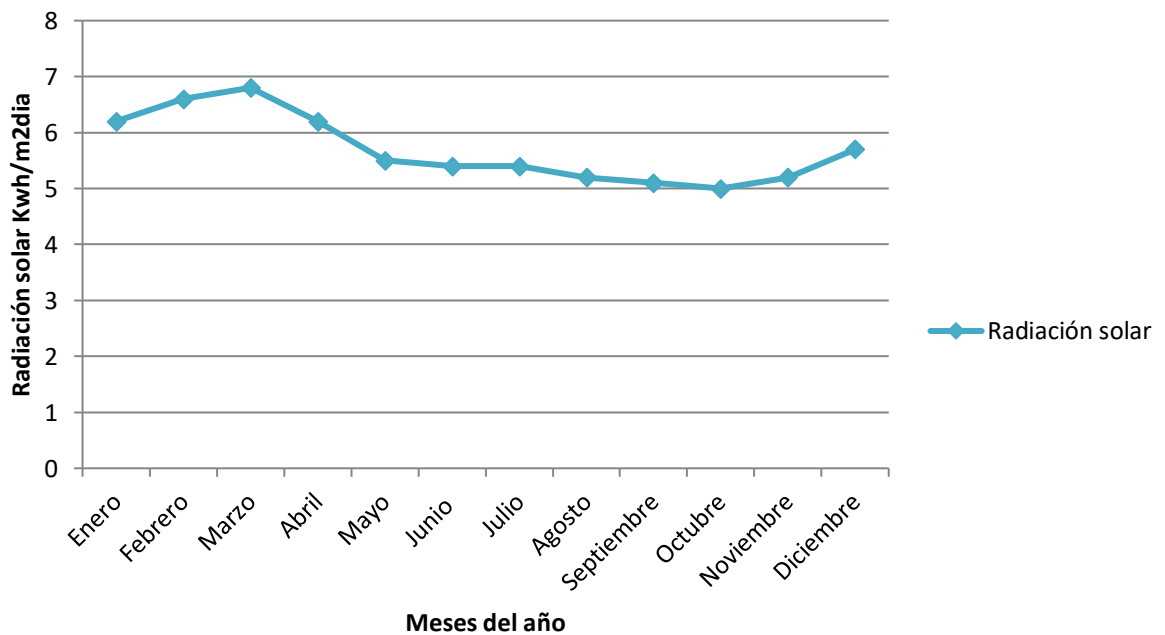
**Tabla 3**

*Radiación Solar promedio mensual*

	Ene.	Feb.	Marz	Abril	May	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Energía solar Kwh/m <sup>2</sup> día	6.2	6.6	6.8	6.2	5.5	5.4	5.4	5.2	5.1	5.0	5.2	5.7	5.7

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto La Flechera, (2021)

Basado en la información sobre la radiación solar presentada en la Tabla 3. Se procedió a construir la gráfica 1, con la finalidad de observar las variaciones mensuales de los Kwh/m<sup>2</sup>día



**Gráfica 1.** *Curva de radiación solar promedio mensual.*

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la Estación Climatológica Aeropuerto La Flechera.

A partir de la información suministrada por la Estación climatología Aeropuerto La Flechera de san Fernando de Apure, sobre la radiación solar media en el área geográfica donde se pretende ubicar los paneles fotovoltaicos, se puede observar que

el mes de menor radiación solar es octubre, pero si considera la evaluación realizada por La Cruz (2008), quien clasifica el potencial fotovoltaico del país en Kwh/m<sup>2</sup>día, este sería premium, dado que el promedio de la irradiación solar en la zona es de 5,7 Kwh/m<sup>2</sup>día. Tal como se muestra en la Tabla 4

**Tabla 4**

*Clasificación del potencial fotovoltaico*

<b>Potencial fotovoltaico</b>	
Radiación solar Kwh/m <sup>2</sup> día	Clasificación
< 4,7	Marginal
4,7 a 4,9	Regular
4,9 a 5,2	Bueno
5,2 a 5,5	Excelente
5,5 a 6,1	Premium
>6,1	Supremo

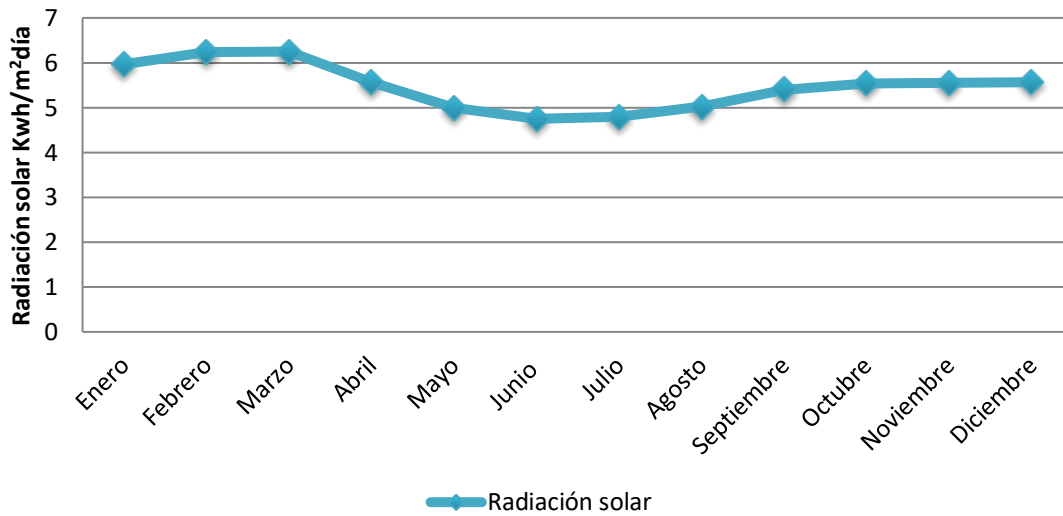
Fuente: Suarez (2008)

Paralelamente se tomó en consideración suministrada por la Agencia de Administración Espacial, NASA, calculada tomando como línea de tiempo el lapso comprendido entre 1983 y 2020, cuyos datos se muestran a continuación en la tabla 5 y en la gráfica 2.

**Tabla 5**  
*Irradiación solar promedio mensual*

	Ene.	Feb.	Marz	Abril	May	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Energía solar Kwh/m <sup>2</sup> día	5,97	6,24	6,25	5,57	4,99	4,75	4,79	5,02	5,40	5,54	5,55	5,65	5,5

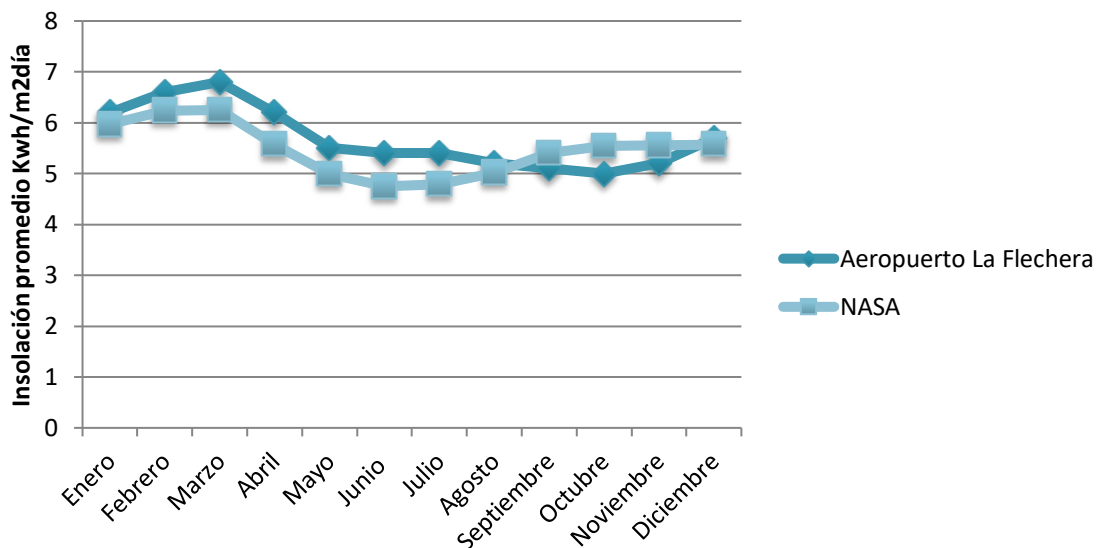
Fuente: Agencia de Administración Espacial. Consultado: octubre, 2021



**Gráfica 2.** *Irradiación solar promedio mensual*

Fuente: Agencia de Administración Espacial. Consultado: octubre, 2021

Posteriormente se procedió a realizar un estudio comparativo de la información recaudada anteriormente, para esto se construyó la gráfica 3 donde se muestran los valores relacionados con la radiación solar por ambas fuentes.



**Gráfica 3.** *Curvas comparativas de la Insolación solar promedio*

Fuente: Estación climatológica del aeropuerto La Flechera ubicada en San Fernando de Apure, Venezuela y la Agencia de Administración espacial, NASA

En la gráfica 3, se pudo evidenciar que la radiación solar procede de manera similar a la radiación solar, donde se pudo observar que durante el mismo lapso de tiempo la cantidad de energía emitida por el sol, mediante ondas electromagnéticas, procede tomando una conducta similar a la cantidad de energía acumulada. No obstante a partir del mes de agosto cuando coinciden ambas estaciones, los valores suministrados por la NASA se incrementan hasta el mes de diciembre. Es importante resaltar que para la Agencia de Administración Espacial NASA el mes de menor de radiación es el de junio, pero para la Estación Meteorológica Aeropuerto La Flechera de San Fernando de Apure, el mes de menor radiación es el octubre.

En el mismo orden de ideas, se consideró para este estudio a la temperatura, la cual es definida en el blog Termosistemas, como “el promedio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad” (Párr. 1).

La misma es considerada como un elemento importante en la producción de una instalación fotovoltaica, dado que esta depende de la cantidad de horas de sol, por lo

tanto, la radiación es consecuencia directa de lo que producen las instalaciones fotovoltaicas. Según estudios realizados por expertos en este tipo de paneles, la misma tiene un efecto inversamente proporcional al rendimiento de la placa solar.

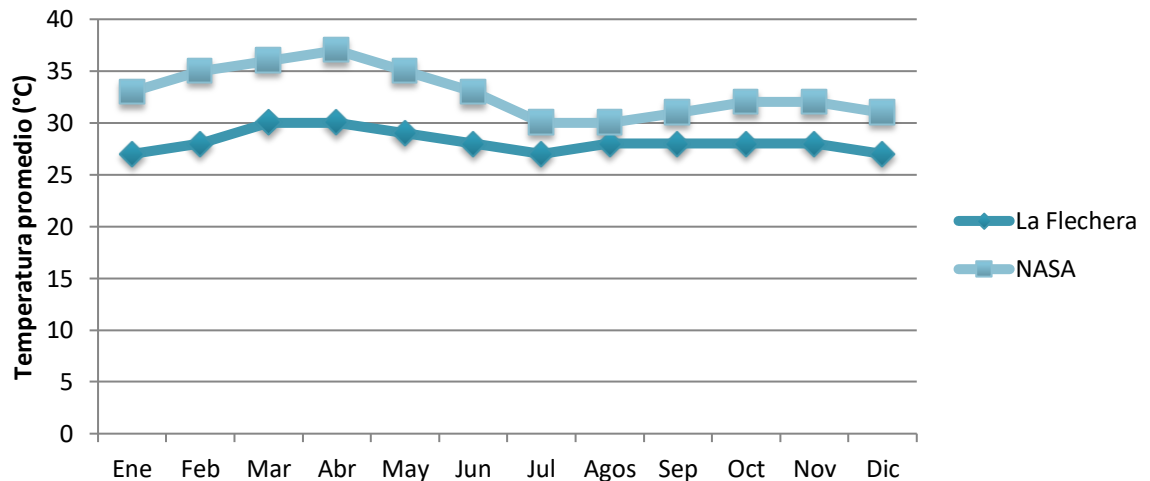
En tal sentido, es importante conocer el comportamiento promedio anual de esta variable, tomando en consideración los datos suministrados por la Estación Climatológica Aeropuerto La Flechera de san Fernando de Apure y la Agencia de Administración Espacial, NASA, los cuales se reflejan en la siguiente tabla 6

**Tabla 6**

*Promedio mensual de la temperatura*

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov	Dic.	Promedio
<b>8.7362,</b>													
<b>-67.5909</b>													
<b>La</b>	27	28	30	30	29	28	27	28	28	28	28	27	28
<b>Flechera</b>													
<b>NASA</b>	33	35	36	37	35	33	30	30	31	32	32	31	33

Fuente: Estación Climatológica Aeropuerto La Flechera y la Agencia de Administración Espacial, NASA



**Gráfica 4.** *Curvas comparativas de temperatura media mensual*

Fuente: Estaciones climatológicas del aeropuerto La Flechera en San Fernando de Apure y la Agencia de Administración Espacial, NASA.

De la información reflejada en la gráfica 4, se puede observar que el mes de menor temperatura es el de julio. Se puede concluir que de acuerdo a la información recabada el período de mayor irradiación durante el año tiene una duración de 2,1 mes, el cual abarca desde el cuatro de febrero al ocho de abril, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado superior a 6,5 kWh, destacando como el mes mayor irradiancia el de marzo, que posee en promedio 6,8 kWh.

De igual manera, se pudo notar que el periodo con mayor oscuridad tiene una duración de 4,0 meses, el comprende finales del mes de julio hasta todo el mes de noviembre, el mismo posee una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado de menos de 5,4kWh, resaltado el mes octubre como el más oscuro con un promedio de 5,0 kWh.

En el mismo orden de ideas, es importante resaltar que para la mayoría de los paneles fotovoltaicos, un incremento en la temperatura de trabajo incide en que, el valor de la potencia de salida disminuye. De allí que en la medida que una mayor temperatura incida en que en la celda solar se produzca una mayor dispersión electrónica y por ende, un menor aprovechamiento energético de la oblea.

En relación a lo anterior, Villanueva (2004), explica que las variaciones del comportamiento eléctrico de un modulo fotovoltaico ocasionadas por la temperatura, se presentan cuando se dan una de las condiciones siguientes:

- Hay un aumento de la temperatura ambiente, el cual generara mermas en la tensión a circuito abierto, y en consecuencia reducción de la potencia del panel. La potencia de este ultimo puede llegar a reducirse a un valor aproximado de un 0,5% por cada grado por encima de 25° C en que se incremente la temperatura del modulo fotovoltaico.
- Los aumentos de la irradiancia solar producirán incrementos de la intensidad de cortocircuito y, por ende, de la potencia del panel solar.

Asimismo, este mismo autor destaca que la velocidad del viento permite deducir que se reducen la temperatura incidente sobre el panel, pues este hace que se incremente la eficiencia de la energía generada por cada celda solar.

### **3.2. Realización del estudio de carga para la parcela 566 del sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico.**

Para la realización del presente objetivo, se levantó un inventario de todos los equipos electrodomésticos que se utilizan en cada área de la Parcela 566, sector Uvirote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico, con la finalidad de conocer la demanda eléctrica diaria actual y el consumo horario, expresado en kW/hora/día. Para esto se le preguntó al Ing. Cesar Morales, ¿Cuáles son los aparatos eléctricos necesarios para la operatividad de la parcela caso de estudio?

En su respuesta destacó que a corto plazo, era indispensable contar con los siguientes equipos:

- Nevera
- Bombillos ahorradores
- Laptop con cargador
- Televisor 20''
- Ventilador
- Licuadora
- Decodificador
- Microondas
- Licuadora
- Cargador de celular

Con la información suministrada por el Ing. Morales se procedió a determinar la demanda de energía eléctrica, tomando en consideración, la cantidad y la potencia nominal de cada uno. Cabe resaltar que cada uno de estos equipos posee definida su potencia nominal, la cual debe multiplicarse por el número de unidades del mismo, con la finalidad de obtener la potencia total de estos. Los resultados de dichos cálculos se

muestran en la tabla 7, donde se presentan las potencias totales y la cantidad de horas de funcionamiento.

**Tabla 7**

*Demanda eléctrica diaria actual de la parcela 566 de Uverote.*

Área	Nombre equipo eléctrico	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Horas Uso (Día)	Energía (Wh)	Energía (Kw/h/Día)
Sala	Lámpara	1	20	20	4	80	0.08
	Ventilador	1	30	30	4	120	0.12
Cocina	Lámpara	1	20	20	4	80	0.08
	Licuadora	1	300	300	1	300	0.30
	Microoonda	1	800	800	0,25	200	0.20
	Nevera	1	300	300	24	7,200	7.2
Cuarto	Lámpara	1	20	20	6	120	0.12
	Ventilador	1	30	30	8	240	0.24
	Televisor 20''	1	70	70	8	560	0.56
	Cargador de teléfono	1	5	5	2	10	0.01
	Computadora	1	80	80	6	480	0.48
	Decodificador Simple TV	1	200	200	8	1,600	1.6
Baño	Lámpara	1	20	20	2	40	0.04
Porche	Lámpara	1	20	20	12	240	0.24
Patio	Lámpara	1	20	20	12	240	0.24
<b>Total</b>				<b>1,935</b>		<b>11,510</b>	<b>11.51</b>

Fuente: Morales (2021)

En la tabla 7, se puede observa, que la demanda eléctrica diaria de la casa ubicada en la parcela 566, sector Uverote del municipio francisco de Miranda, Calabozo estado Guárico es 1935 watts y 11,53 kWh/día, es decir 12 kWh/día. Una vez calculada la demanda eléctrica diaria actual se procedió a estimar la demanda proyectada, donde se construye una nueva habitación. (Ver Tabla 8).

**Tabla 8.**

Demanda eléctrica diaria proyectada de la parcela 566 de Uverote.

Área	Nombre equipo eléctrico	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Horas Uso (Día)	Energía (Wh)	Energía (Kw/h/Día)
Sala	Lámpara	1	20	20	4	80	0.08
	Ventilador	1	30	30	4	120	0.12
Cocina	Lámpara	1	20	20	4	80	0.08
	Licudadora	1	300	300	1	300	0.30
	Microonda	1	800	800	0,25	200	0.20
Cuarto	Nevera	1	300	300	24	7,200	7.2
	Lámpara	1	20	20	6	120	0.12
	Ventilador	1	30	30	8	240	0.24
	Televisor 20''	1	70	70	8	560	0.56
	Cargador de teléfono computadora	1	5	5	2	10	0.01
	Decodificador SimpleTV	1	80	80	6	480	0.48
Baño	Lámpara	1	200	200	8	1,600	1.6
Cuarto 2	Lámpara	1	20	20	2	40	0.04
	Ventilador	1	30	30	8	240	0.24
	Televisor 20''	1	70	70	8	560	0.56
	Cargador de teléfono	1	5	5	2	10	0.01
Baño	Decodificador Simple TV	1	200	200	8	1,600	1.6
	Lámpara	1	20	20	2	40	0.04
Porche	Lámpara	1	20	20	12	240	0.24
Patio	Lámpara	1	20	20	12	240	0.24
<b>Total</b>				<b>2,260</b>		<b>13,960</b>	<b>13.96</b>

Fuente: Morales (2021)

Una vez determinada la demanda eléctrica diaria y proyectada, se procede a seleccionar el sistema fotovoltaico adecuado para la parcela 566 ubicada en el sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico. Para esto se utilizó la metodología diseñada por Gedler, L. y Rangel J. (2013), citado por Padilla (2017) quienes proponen mediante un flujograma, la forma de determinar el sistema a instalar tomando en consideración las características propias de una región específica, como lo es la parcela caso de estudio.

De allí que este se ubique en el escenario 2, donde se recomienda un tipo de sistema solar, tal como lo muestra la tabla 9. Es importante aclarar que en esta investigación se tomaron como variables la potencia del viento y la radiación solar.

**Tabla 9**  
*Tipo de sistema preliminar por escenario.*

Escenario	Potencia del viento	Radiación solar	Potencial hidráulico	Tipo de sistema preliminar
1	Alta	Baja	Bajo	Eólico
2	Media	Alta	Bajo	Solar
3	Media	Baja	Alto	Minihidro
4	Baja	Alta	Alto	Solar - Minihidro
5	Muy Alta	Baja	Alto	Eólico-Minihidro
6	Media	Alta	Bajo	Solar-Eólico

Fuente: Gedler, L. y Rángel J. (2013)

Este escenario fue seleccionado, porque en la zona los vientos tienen un desenvolvimiento a 10 metros en la parte más ventajosa del año la cual dura un periodo aproximado de 4,5 meses, que está comprendido desde inicios del mes de diciembre hasta finales de abril, con velocidades promedio del viento de más de 15,0 kilómetros por hora. Resaltando como el mes donde hay mayor corriente de aire, el de febrero, con vientos a una velocidad promedio de 21,0 kilómetros por hora.

En contraposición, el periodo con menor fuerza del viento posee una duración de 7,5 meses, e inicia a finales del mes de abril y culmina iniciando el mes de diciembre, el mismo tiene una velocidad promedio del viento de 8,8 kilómetros por hora. En el mismo orden de ideas, la radiación solar promedio mayor de 5,5 kwh/m<sup>2</sup>día, lo que representa el 80% del año.

### **4.3. Desarrollo de la propuesta del sistema de energía solar a través de paneles solares**

En el montaje de los paneles solares para la vivienda ubicada en la parcela 566 del sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo estado Guárico, se consideró la circulación del viento, con la finalidad de que exista suficiente ventilación, y de esta manera, se mermen los efectos de la temperatura y obtener un mayor rendimiento de los mismos.

De allí que, serán ubicados en el techo de la vivienda con el objeto de obtener una mayor captación de la radiación solar, además de evitar cualquier obstáculo que le genere sombra a dichos paneles que pueda perjudicar el funcionamiento de estos. Basado en los datos reflejados en las tablas 1, 2, 4, y 6 se procederá a diseñar el estudio correspondiente para el sistema fotovoltaico.

#### **4.3.1. Cálculos de dimensiones básicas para la instalación**

Es importante resaltar que inicialmente se tenía previsto utilizar el programa FV – Expert, por ser una herramienta de gran utilidad para el análisis, el cálculo y el dimensionado básico de instalaciones fotovoltaicas, tanto autónomas como conectadas a red. No obstante dadas las limitaciones ocasionadas por la prestación de los servicios públicos, hubo que realizar los cálculos de manera tradicional

##### **4.3.1.1. Porcentaje de incidencia del recurso solar**

- Promedio más desfavorable: Junio 4,75 kWh/m<sup>2</sup>día (HPS = 4,75h)
- Promedio insolación anual: 5,5 kWh/m<sup>2</sup>día.
- Inclinación 35° sur (directamente hacia el Sol)
- Temperatura promedio: Máxima 37°C, Mínima 30°C
- Promedio días consecutivos sin Sol: 17,26 días

##### **4.3.1.2. Hora Solar Pico (HSP)**

$$\text{HSP} = 4750 \text{ kWh/m}^2 / 1000 \text{ kWh/m}^2 = 4,75$$

$$\text{HSP} = 5 \text{ h}$$

#### 4.3.1.3. Densidad energética fotovoltaica

$$\rho P_{fv} = [(4,75 \text{ kWh/m}^2 * 1000 \text{ kWh/m}^2) / 24\text{h}] = 197,92 \text{ Wm}^2$$

#### 4.3.1.4. Energía diaria de generación eléctrica

$$E = [(\text{consumo diario}) / (\text{n.cableado} * \text{n.carga de batería} * \text{n. inv})] * F_s$$

Donde:

$$\text{Consumo diario} = 11,51 \text{ kWh/día}$$

$$\text{n.cableado} = 95\%$$

$$\text{n.carga de batería} = 80\%$$

$$\text{n.inv} = 90\%$$

$F_s$  Es un factor de seguridad (1,15), que se aplica por comprender que en la zona existen más de 4 días sin sol, de allí que se recomiende un factor más alto 1,25

$$E = [11,51 / (0,95 * 0,80 * 0,90)] * 1,25 \quad E = (11,51 / 0,684) * 1,25$$

$$E = 21,03 \text{ kW/día}$$

#### 4.3.1.5. Características del sistema fotovoltaico

Con los datos anteriormente determinados se puede establecer las características que tiene que cumplir el sistema fotovoltaico para la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico, para así proceder a calcular la capacidad del sistema.

Energía total: 22000 kW/día

Carga instalada: 1935W

Voltaje nominal del sistema: 48V

Degradación del sistema: 10%

Carga futura: 10%

#### 4.3.1.6. Capacidad necesaria

$$\text{Capacidad necesaria} = (\text{Energía total} / \text{Voltaje nominal del sistema})$$

$$\text{Capacidad necesaria} = (22000 \text{ kW/día}) / 48\text{V}$$

$$\text{Capacidad necesaria} = 458,33 \text{ Ah/día}$$

#### 4.3.1.7. Capacidad efectiva

$$\text{Capacidad efectiva} = [\text{capacidad necesaria} / (1 - \text{degradación del sistema})]$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 458,33 / 0,90$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 509,26 \text{ Ah/ día}$$

#### 4.3.1.8. Capacidad total

$$\text{Capacidad total} = \text{capacidad efectiva} / (1 - \text{carga futura})$$

$$\text{Capacidad total} = 509,26 / 0,90$$

$$\text{Capacidad total} = 565,84 \text{ Ah/día}$$

#### 4.3.1.9. Cálculo del área donde se pretenden colocar las celdas fotovoltaicas

El techo de la vivienda caso de estudio posee un ancho de 4 metros y un largo de 8 metros. De allí que:

$$\text{Área del techo} = \text{Ancho} * \text{largo}$$

$$\text{Área del techo} = 4 * 8$$

$$\text{Área del techo} = 32 \text{ m}^2$$

Inicialmente se pretendió colocar las celdas fotovoltaicas en el techo de la vivienda ubicada en la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, pero como el modelo seleccionado fue el SG330P, (Ver anexo II), los cuales pueden adquirirse en empresa SAGET ubicada en la ciudad de Valencia, estado Carabobo, y quienes son distribuidores autorizados de los productos PEIMAR, fabricante de dichos paneles. Tomando en consideración las características físicas suministradas por el fabricante en su página web, estos poseen un largo de 196 cms de largo y un ancho de 99,2 cms. El cálculo del área se muestra en la tabla 10

**Tabla 10**

*Dimensiones del panel modelo SG330P seleccionado*

Largo (cms)	Ancho (cms)	Área
196	99,2	17.886,8 cm <sup>2</sup>

Fuente: Catálogo de la empresa italiana PEIMAR

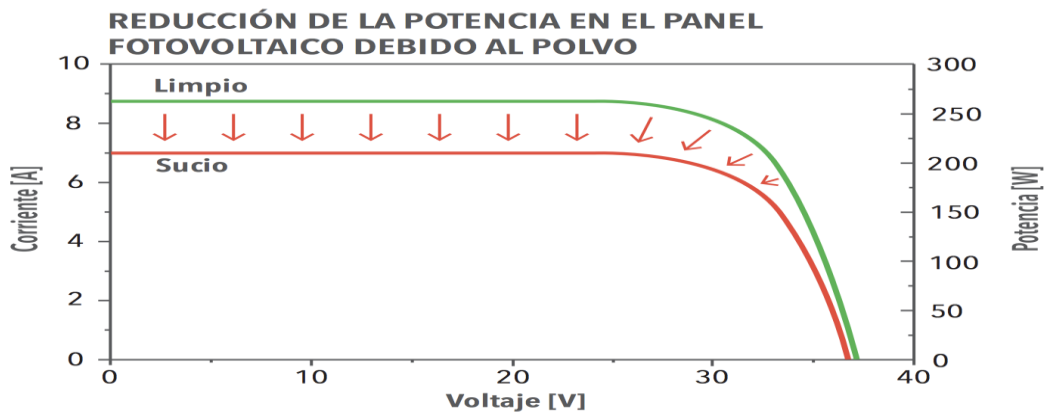
**Tabla 11**

*Dimensiones del Panel Solar considerando la holgura de 30 cms en el largo del panel*

Largo (cms)	Ancho (cms)	Área
226	100	22,600 cm <sup>2</sup>

Fuente. Morales (2021).

Ahora bien, una vez calculadas las dimensiones del Panel Solar, se debe conocer el número de paneles necesarios para la instalación fotovoltaica en la vivienda caso de estudio, para estos efectos es indispensable conocer tanto el rendimiento de trabajo como la potencia pico del módulo. En relación al primero de estos, toma en consideración las posibles pérdidas ocasionadas por el deterioro y/o ensuciamiento de los paneles fotovoltaicos, los cuales normalmente oscilan entre 0,7 y 0,80. (Ver figura 16.)



**Figura 16.** Curvas de dos módulos fotovoltaicos

Fuente: <https://www.phineal.com/el-polvo-enemigo-silencioso-de-la-energia-solar/>

Por otra parte, el rendimiento del producto fotovoltaico panel modelo SG330P se muestra características eléctricas ofrecidas por el proveedor, en este se puede observar potencia pico que posee el modelo seleccionado. (Ver tabla 12)

**Tabla 12**

## Características eléctricas de los modelos fotovoltaicos SG330P

Características eléctricas	SG330P
Potencia de pico (Max)	330W
Tolerancia de potencia	0%/+5W
Tensión a Pmax (Vmp)	36,4V
Corriente a Pmax (Imp)	9,07A
Tensión de circuito abierto (Voc)	45V
Corriente de corto circuito (Isc)	9,78A
Tensión máxima del sistema	1500V
Máximo valor nominal del fusible	15A
Eficiencia del modulo	17,00%

Fuente: [https://betsolar.es/wp-content/uploads/2019/01/Peimar\\_ES\\_SG330P.pdf](https://betsolar.es/wp-content/uploads/2019/01/Peimar_ES_SG330P.pdf)

### 4.3.1.10. Cálculo del número de paneles solares fotovoltaicos

$$N_{dm} = [\text{Energía necesaria} / (\text{HSP} * \text{Rendimiento del trabajo} * \text{Potencia pico})]$$

$$N_{dm} = [11,51 \text{Kwh/día} / (4,75 * 0,80 * 330)]$$

$$N_{dm} = (11,51 / 1254)$$

$$N_{dm} = 9,17 \text{ paneles}$$

$$N_{dm} = 10 \text{ paneles}$$

De acuerdo al cálculo anterior, en la vivienda de la parcela 566 es necesario instalar diez paneles solares, cada uno de estos con un área de 22.600 cm<sup>2</sup>, es decir se necesitan 226.000 cm<sup>2</sup>, y el área del techo es de 3200 cm<sup>2</sup>, se decidió colocar a los paneles en el piso buscando la dirección sureste de la casa, pues hacia esa dirección es donde hay mayor irradiación solar en la parcela caso de estudio.

### 4.3.2. Estructura reforzada para cubiertas planas

Este tipo de estructura es diseñada con la finalidad de ser instalada tanto en suelo como en una cubierta plana, en su fijación se utilizan contrapesos o zapatas para evitar el movimiento de la estructura con el viento. Se dice que es “reforzada” porque en ella se disponen de triángulos de aluminio completos y ángulos cruzados entre dichos triángulos que ofrecen una rigidez superior a otras estructuras del mercado. Generalmente son utilizadas para la instalación de módulos fotovoltaicos que contengan entre 60 o de 72 células y con inclinación de 30°. Este tipo de estructura

podría utilizarse también en cubiertas inclinadas utilizando el sistema de salvateja o varilla roscada



Figura 17. Estructura reforzada para cubiertas planas.  
Fuente: <https://atersa.shop/tipos-de-estructuras-para-paneles-solares/>



Figura 18. Disposición de los paneles  
Fuente: Morales (2021)

### 4.3.3. Banco de acumulación

El banco o bloque de acumulación está integrado por el cargador de baterías o controlador de carga, además del banco de baterías, para su determinación hay que considerar las funciones que tienen cada uno de sus componentes, el primero de ellos tiene como función recibir la energía del bloque de generación y cargar correctamente las baterías con ella, para su buen funcionamiento es importante, que no se realicen sobrecargas y/o sobre descargas de las baterías, pues las mismas pueden ocasionar accidentes, tales como; incendio por cortocircuito o explosión, que inciden significativamente en la vida útil de este.

En relación al banco de baterías por lo general este es diseñado en serie-paralelo de acumuladores conectados de forma que su tensión y corriente de salida sean los requeridos por el controlador y el bloque de carga. Cabe resaltar que en el caso de sistemas aislados como el que se propone en esta investigación Montero (2016), explica que cuando se diseña esta etapa del sistema aislado, se debe dimensionar al banco de baterías tomando en consideración tres (3) días de autonomía.

Días de autonomía: 3

Profundidad de descarga: 80%

#### 4.3.3.1. Capacidad del banco de acumulación:

Capacidad (B)= [(Capacidad total \* días de autonomía)/ profundidad de descarga]

$$\text{Capacidad (B)} = [(565,84\text{Ah/día}) / 0,80]*3$$

$$\text{Capacidad (B)} = 2121,91 \text{ Ah}$$

#### 4.3.3.2. Descarga diaria

$$\text{Descarga diaria} = [\text{Consumo diario de la parcela 566 (W)} / C_{\text{BAT}}] * 100$$

$$\text{Descarga diaria} = [11510 / 2122] * 100$$

$$\text{Descarga diaria} = 54$$

Basado en estos cálculos se elige la batería de ciclo profundo Bioenergy, código 00165

### Tabla 13

*Características de la batería. Código 00165*

Características	
Capacidad	150Ah
Voltaje	12V
Capacidad nominal	10 horas
Temperatura en operación	
Descargada	-20°C / +50°C
Cargada	-10°C / +50°
Almacenada	-20°C / +40°C
Vida útil	20 año

Nota. En la tabla 13 se muestran las características de la batería Bioenergy.  
 Fuente: <https://tecnosolab.com/producto/baterias/acumuladores-estacionarios/bateria-hoppecke-powervl2-1610> Catálogo SAGET Respaldo eléctrico.



**Batería ciclo profundo**

<b>100Ah</b>	<b>150Ah</b>	<b>200Ah</b>
Código 00164	Código 00165	Código 00288

Garantía	1 años
Tipo de Uso	Comercial / Oficina
Presentación	Caja x 1 Und
Número de celdas	6

**Características**

12V, Capacidad nominal @10 horas, Rangos de Temperatura en operación:  
 Descargada: -20°C / +50°C,  
 Cargada: -10°C / +50°C,  
 Almacenada: -20°C / +40°C

Figura 19. Batería Bioenergy  
 Fuente. SAGET. Catálogo Respaldo eléctrico 2021

#### 4.3.3.3. Número en serie

$N^{\circ}$  en serie = (Voltaje nominal del sistema/Voltaje nominal de la batería)

$$N^{\circ} \text{ en serie} = 48V/12V$$

$$N^{\circ} \text{ en serie} = 4$$

#### 4.3.3.4. Número en paralelo

$N^{\circ}$  en paralelo = (Capacidad del banco de acumulación/capacidad de la batería)

$$N^{\circ} \text{ en paralelo} = 2121,91 \text{ Ah} / 150 \text{ Ah}$$

$$N^{\circ} \text{ en paralelo} = 14,14$$

$$N^{\circ} \text{ en paralelo} = 14$$

#### 4.3.3.6. Capacidad total

CapT = Número en serie \* Capacidad de la batería

$$CapT = 4 * 2121,91$$

$$CapT = 8488 \text{ Ah}$$

#### 4.3.3.7. Criterio para la selección

Para la selección se establece que la capacidad total sea mayor o igual a la capacidad del banco de acumulación, al cual se le dará una holgura del 15%. De allí que la capacidad de acumulación sería de  $2121,91 * 1,15 = 2440$

$$CapT \geq CapB$$

$$8488 > 2440 \quad \text{Cumple}$$

#### 4.3.4. Corriente máxima que deben suministrar los paneles con $V_n = 48V$

Para el cálculo de la corriente máxima que deben suministrar los paneles se toman en consideración el peor mes de radiación solar en la zona, es decir el mes de junio con 4,75 Kwh/día y la energía total diaria necesaria

Corriente máxima = [Energía total / HSP del mes de peor radiación

$$\text{Corriente máxima} = [(22000 \text{ Kwh/día} * 1 \text{ Kwh/m}^2) / (4,75 \text{ Kw/m}^2 * 48V =)]$$

$$\text{Corriente máxima} = (22000/370,5)$$

$$\text{Corriente máxima} = 59,38^a$$

$$L_{\text{max}} = 59,38 * 1,22$$

$$L_{\text{max}} = 72,44$$

$$L_{max} = 75$$

#### 4.3.4.1 Potencia de arreglo

Para su cálculo debemos tomar el promedio de radiación en el lugar. (Ver tabla 5).

$$\text{Potencia de arreglo} = [(22000\text{KWh/día} * 1,2\text{KWh/día}) / 5.5 \text{ Kwh/m}^2\text{día}]$$

$$\text{Potencia de arreglo} = (26400/5.5)$$

$$\text{Potencia de arreglo} = 4800$$

#### 4.3.4.2. Capacidad del controlador, inversor o generador

$$\text{Capacidad del controlador} = [(10 \text{ paneles} * 9,07 * 1,25) / 2 \text{ paneles}]$$

$$\text{Capacidad del controlador} = 56,68$$

$$\text{Capacidad del controlador} = 57\text{A}$$

#### Tabla 14.

Características del inversor o generador seleccionado. INCAR6KW-48V-120V-

1. 6000W. Marca Bioenergy

Capacidad del controlador, inversor o generador	
Voltaje de entrada	120AC 60Hz
Factor de potencia	0.9 – 1.0
Corriente máxima de carga	35A/ 70A
Ruido audible	<60dB
Forma de onda	Senoidal pura
Tiempo de transferencia máximo	10ms
Voltaje DC	Desde 12V hasta 48V

Fuente: <https://tecnosolab.com/producto/baterias/acumuladores-estacionarios/bateria-hoppecke-power12-1610> Catálogo SAGET Respaldo eléctrico.

## Inversor de 6000W



En SAGET realizamos arreglos de respaldo energético utilizando equipos inversores de corriente. Estos equipos convierten la corriente alterna (AC) a corriente directa (DC) para ser almacenada en bancos de baterías de ciclo profundo, y opcionalmente se pueden conectar a un conjunto de PANELES SOLARES

Ventajas:

- Menos mantenimiento
- Cero emisión de gases del generador
- Cero ruido
- Cero combustible

**Modelo:** INCAR6KW-48V-120V-1

**Garantía:** 1 año

**Tipo de uso:** Comercial / Industrial / Oficina / Hogar

**Presentación** Caja de 1 unidad

Estamos desconectad...  
Deja un mensaje



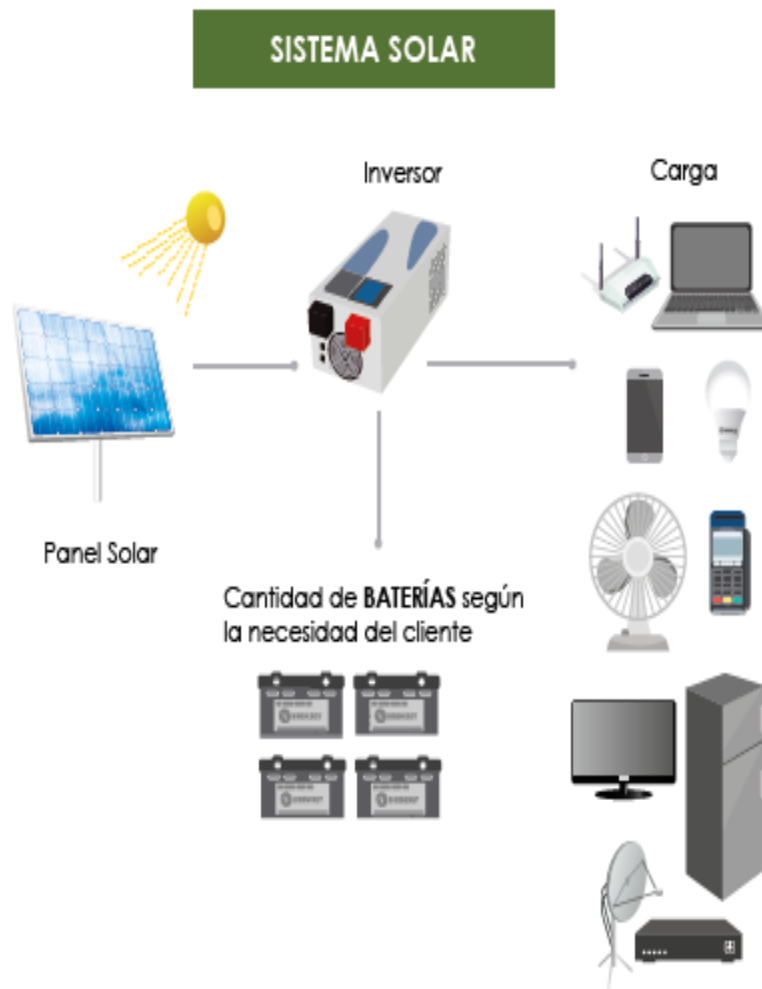
Figura 20. Inversor o generador seleccionado

Fuente: Fuente. SAGET. Catálogo Respaldo eléctrico 2021

### 4.3.5. Sistema fotovoltaico seleccionado

El sistema fotovoltaico seleccionado es el Peimar SG330P de fabricación italiana, un inversor o generador marca BIOENERGY modelo INCAR6KW-48V-120V-1. 6000W, baterías marca BIOENERGY, con distribución exclusiva en Venezuela por la empresa SAGET, ubicada en la ciudad de Valencia, estado Carabobo.





**Figura 22.** Sistema solar promovido por la empresa SAGET

Fuente: [https://bioenergyhk.com/Catalogo\\_Solar\\_y\\_Respaldo\\_Bioenergy.pdf](https://bioenergyhk.com/Catalogo_Solar_y_Respaldo_Bioenergy.pdf)

#### 4.4. Análisis del estudio de viabilidad económica, técnica y social.

La factibilidad permite la toma de decisiones al momento de realizar una inversión, bien sea de tipo empresarial, social o personal. Esta corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso del mismo. En esta investigación se estimó la

factibilidad económica, técnica y social de un sistema fotovoltaico para la parcela 566, ubicada en el sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico, la cual se describe a continuación.

#### **4.4.1. Viabilidad técnica**

Aquella propuesta que quiera ser llevada con éxito debe contar con un índice alto de viabilidad técnica, debido a que de esto dependerá la aplicación o no de la misma, y como Castañeda y Macías (2016) dicen “se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles).” (p.21)

Es por ello que el proyecto debe de considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse para su ejecución, porque de no contar con dicha herramienta puede ser difícil el concretar de manera correcta dicha propuesta. En este sentido, los dueños de la parcela 566 ubicada en el sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo. Estado Guárico, efectivamente cuentan con las herramientas necesarias para la adquisición de un sistema fotovoltaico como medio de electrificación familiar.

#### **4.4.2 Viabilidad social**

Determinar la factibilidad social del proyecto que se tiene es hacer énfasis en el impacto que se tendrá dentro de la sociedad. Kendall, K. y Kendall, J. (1997), citado por Barroteran, (s/f), concluyen que tiene como objetivo “buscar la satisfacción de las necesidades humanas materiales. Aquí se analizarán la población afectada, sus impactos (beneficios o perjuicios) y su relación con las variables económicas”. (Párr. 5). Por lo que cada propuesta que se haga debe contar con al menos una factibilidad social debido a que su meta es satisfacer las necesidades humanas. En esta investigación la factibilidad social está relacionada con la solución de las necesidades primarias de los dueños de la parcela caso de estudios, el cual puede replicarse en los habitantes de la zona, lo cual estimula el crecimiento y desarrollo económico del asentamiento campesino donde ella se ubica.

#### 4.4.3. Viabilidad Económica

Este se refiere a aquellos recursos económicos que son necesarios para realizar las actividades y para conseguir los recursos básicos que deben considerarse. Al respecto, Castañeda y Macías (ob.cit) explican que: “Generalmente la factibilidad económica es el elemento más importante ya que a través de él se solventan las demás carencias de otros recursos, es lo más difícil de conseguir y requiere de actividad es adicionales cuando no se posee.” (p.21).

De esta manera, cada propuesta ha de ser factible económicamente para que pueda ser llevada a cabo y ser realizada, ya que de lo contrario no se podrá cumplir con el proyecto establecido y será un fracaso al no contar con un capital necesario que pueda materializar las ambiciones. Cabe resaltar que dentro del renglón instalación están incluidos tanto la estructura como los cables necesarios para realizar dicha actividad. Del mismo modo, el monto en bolívares fue realizado tomando en consideración el tipo de cambio publicado por le Banco Central de Venezuela en fecha 10 de diciembre de 2021, el cual era de 4, 68 Bs por dólar. (Ver tabla 15)

**Tabla 15**

*Factibilidad económica*

N°	Descripción	Precio unitario en Bs-	Precio total Bs.	Total en dólares
10	Paneles solares SG330P Monocristalino fotovoltaico	1133	11.330	2463
1	Inversor solar 6000W	5710	5710	1241
4	Baterías 12V, 150ah	569	2276	495
1	Instalación (Contratista incluye estructura metálica y personal)	2070	2070	450
1	Cable Cabel N° 10	644	644	140
1	Brekera	138	138	30
2	Mantenimiento cada seis meses	460	920	200
	Otros	1154	1154	251
Total			24242	5270

Fuente: Morales (2021)

**Tabla 16.**

Costos de instalación el tendido eléctrico

<b>Cantidad</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario en \$</b>	<b>Precio total en \$</b>
20	Unidad	Perros	5	100
1	Unidad	Transformador 100 KW	2300	2300
20	Unidad	Abrazaderas	10	200
2	Unidad	Guayas de viento retenida del poste 3/8 7 hilo	5	10
20	Unidad	postes 40 pie pesado en 8 6 5	980	19600
40	Unidad	Aislantes	10	400
2	Unidad	Juegos de Tabacos	250	500
1500	Metros	Guaya de arvidal 4/0 para tendido eléctrico	5	7500
20	Unidad	Crucetas Galvanizadas Tendido Eléctrico ( Poste ) (1.80) M	65	1300
		Total Materiales		31910
		Mano de Obra 50% del costo de la factura		15955
		Total instalación		57865

Fuente: Presupuesto Suministrado por Herrería Siglo XXI. Rif-V-11347906-6

**Tabla 17**

Comparación de los costos del sistema fotovoltaico con los del tendido eléctrico

Costo del SFV en \$	Costo del tendido eléctrico en \$	Ahorro \$	Diferencia porcentual
5270	57865	52595	90,8

**Fuente: Morales (2021)**

Al comparar el costo de instalación del sistema fotovoltaico con el del tendido eléctrico se puede apreciar que los costos de instalación del sistema fotovoltaico, representan un ahorro de 90,8% del costo del tendido eléctrico. Adicionalmente, este representa el valor de la recolección de la cosecha de arroz equivalente a 1 hectárea de terreno, la cual es realizada cada cuatro meses, de allí que el periodo de recuperación del capital sea equivalente a 4 meses. Por lo tanto este proyecto económicamente es viable.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

La investigación titulada “Propuesta de implementación de un generador eléctrico a través de la conversión de energía solar por medio de paneles solares. Caso: Parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico”, nace de la inquietud del autor al observar que la mayoría de las parcelas ubicadas en el asentamiento campesino antes referido no disfrutaban de los servicios de electrificación nacional, suceso que se presenta en casi todo el campo venezolano.

El mismo tiene como objetivo general proponer el funcionamiento de un generador eléctrico a través de la conversión de energía solar por medio de paneles solares para la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, estado Guárico. Para ello una vez realizada la revisión bibliográfica relativa a este importante tema, el investigador se planteó como objetivos específicos diagnosticar la situación actual del sistema de alimentación eléctrica, realizar el estudio de carga para la parcela 566 antes referida, desarrollar la propuesta del sistema de energía solar y analizar el estudio de viabilidad de la misma, los cuales fueron desarrollados por fases metodológicas.

Para el logro del primer objetivo específico “Diagnosticar la situación actual del sistema de alimentación eléctrica”, se diseñaron como instrumentos de recolección de datos la lista de cotejo, la guía de entrevista semiestructurada, el diario de campo y la cámara fotográfica. Con el primero de ellos se pudo observar que el sistema de alimentación eléctrico más cercano se encuentra en la carretera nacional Calabozo – San Fernando de Apure a tres kilómetros, lo que hace que en la vivienda ubicada en la parcela 566, sector Uverote, se utilice una planta eléctrica alimentada con gasoil para iluminar los espacios de esta la cual contamina el medio ambiente. Lo anterior fue ratificado en la entrevista realizada al dueño de la parcela, donde también suministro

información relativa a la ubicación exacta de la parcela, la flora, la fauna y la actividad económica de la misma, la cual es la siembra de arroz tipo Paddy.

Asimismo, se tomaron fotografías de la vivienda en la cual se pretende montar el generador eléctrico a través de la conversión de energía solar por medio de paneles solares. En otro orden de ideas, se acudió a fuentes bibliográficas en internet donde se obtuvo información relativa a la radiación solar, temperatura de la zona, irradiación solar y movimiento del viento, con la finalidad de conocer las condiciones climatológicas de la parcela caso de estudio.

Mediante el segundo objetivo se realizó el estudio de carga para tener conocimiento de la demanda eléctrica diaria, dicha información fue suministrada por el Ingeniero agrónomo Cesar Morales, dueño de la misma mediante la entrevista. Una vez calculada la demanda eléctrica diaria y compara con las condiciones climatológicas de la zona con el método de estimación de Gerder y Rangel, quienes proponen mediante un flujograma, la forma de determinar el sistema a instalar tomando en consideración las características propias de una región específica, como lo es la parcela caso de estudio. Encontrándose que dadas las condiciones climatológicas naturales es recomendable la aplicación de un sistema de generación eléctrica de conversión solar.

En cuanto al tercer objetivo, que era desarrollar la propuesta del sistema de energía solar a través de paneles solares, se realizaron los cálculos necesarios para tal fin. Es importante aclarar que inicialmente en esta fase se pretendía aplicar el programa FV – Expert, por ser una herramienta de gran utilidad para el análisis, el cálculo y el dimensionado básico de instalaciones fotovoltaicas, tanto autónomas como conectadas a red, pero dadas las limitaciones ocasionadas por la prestación de los servicios públicos, hubo que realizar los cálculos de manera tradicional. En esta se describe el sistema fotovoltaico seleccionado y sus características. Con el cuarto objetivo, de determinó la viabilidad económica, operativa y técnica del proyecto, encontrándose que el mismo es viable.

Tomando en consideración lo antes planteado, el autor considera que los sistemas de generación eléctrica a través de la conversión de energía solar por medio de paneles solares son una alternativa no solo para la solución del problema en las zonas rurales del país, por mejorar la calidad de vida de los habitantes del campo venezolano, quienes tienen que trasladarse a otras entidades para satisfacer sus necesidades básicas, tales como educación, salud, entretenimiento y agua, sino que también representan una alternativa ante la crisis energética que presenta en el país a nivel nacional, pues sus costos a mediano plazo generan ahorros significativos tanto para la población en general, como a las industrias nacionales.

### **RECOMENDACIONES**

**Al dueño de la parcela 566, sector Uverote, municipio Francisco de Miranda, Calabozo, estado Guárico.**

Que implemente este proyecto en su propiedad, dado que a mediano plazo le generará beneficios sociales y económicos, tanto para él, como a sus trabajadores.

**A los productores del Asentamiento campesino Río Guárico**

Que replique este proyecto en sus parcelas para así mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona.

**A la escuela de ingeniería mecánica de la universidad José Antonio Páez**

Que siga promoviendo a sus estudiantes proyectos que pueden contribuir con el desarrollo social y económico del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aloma, E y Malaver, M. (2007). **Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot.** <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v25-n3-aloma-malaver>
- Arancibia C., y Best y Brown R, (2010). **Energía Solar.** Revista Ciencia N° 61. Abril-junio. Centro de investigación en energía de la Universidad autónoma de México..  
[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61\\_2/PDF/EnergiaSol.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf)
- Arias, F. (2012). **El Proyecto de Investigación.** Sexta edición. Ediciones Episteme, C. Caracas.
- Arias, F. (2017). **Obsolescencia de las referencias citadas: un mito académico persistente en la investigación universitaria venezolana.** E-Ciencias de la Información, vol. 7, núm. 1, 2017, Enero-Junio, pp. 78-90. Universidad de Costa Rica, Escuela de Bibliotecología y Ciencias de la Información. DOI: <https://doi.org/10.15517/eci.v7i1.26075>
- Asqueta P., (2006) **Algunos conceptos, definiciones y ecuaciones usadas en la geometría solar.** [https://m1db.files.wordpress.com/2012/05/conceptos-de-geometrc3ada-solar\\_azqueta.pdf](https://m1db.files.wordpress.com/2012/05/conceptos-de-geometrc3ada-solar_azqueta.pdf)
- Balestrini, M. (2006). **Como se elabora un proyecto de investigación.** Séptima edición. Consultores Asociados Servicio Editorial.
- Baliza <https://es.wikipedia.org/wiki/Baliza>
- Barroteran (s/f). **Factibilidad.** <https://disevapro4a.wordpress.com/que-es-un-estudio-de-factibilidad/>
- Benítez (s/f). **¿Qué es un Watt?** <https://blog.holaluz.com/que-es-un-watt/>
- Castañeda, J y Macías, A (2016). **Guía metodológica para la elaboración de un estudio de factibilidad. Estudio de caso: fabricación y venta de barras de**

**cereal.**

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4946/Casta%F1edaMart%EDnezJavierMauricio2016.pdf;jsessionid=E73494F51FD2262633680C961DE694BA?sequence=1>

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5.908 Extraordinario del 19-02-2009

Cordero (2019). **Mantenimiento de Placas Solares.** <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/instaladores/mantenimiento/>

Díaz Rojas, J. (2016). **“Propuesta de aprovechamiento de energía fotovoltaica para la población Veredal Pringamosal. Los Pasos Guamo Tolima”** [Trabajo de grado para optar al título de especialista en Planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales ante la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia] [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15461/DIAZROJA\\_SJOSEGUILLERMO2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15461/DIAZROJA_SJOSEGUILLERMO2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Domenech, Bruno (2013). **“Metodología para el diseño de sistemas de electrificación autónomos para comunidades rurales”** [Tesis doctoral presentada para obtener el título de Doctor por la Universidad Politécnica de Catalunya] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/95045/TBDL1de1.pdf>

Dzul, Marisela (2013). Diseño no experimental. Sistema de universidad virtual. Universidad del estado de Hidalgo, México. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/14902/PRES38.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Elecam. Energía solar (2020) **Sistema solar fotovoltaico. Tipos de sistemas** <https://elecam.net/que-es-un-sistema-fotovoltaico-tipos-de-sistemas-2/>

Energía solar (s/f) **¿Qué significa fotovoltaico? Concepto sobre energía solar.** <https://solar-energia.net/blog/fotovoltaico>

- Energía solar (s/f). **¿Qué son las energías renovables?** <https://solar-energia.net/energias-renovables>
- Energía Solar (s/f). **Conceptos básicos de termodinámica** <https://solar-energia.net/termodinamica>
- Energía y medio ambiente (2021). **Consumo de electricidad en Sudamérica.** <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-consumo>
- Folgueiras, P. (s/f). **La entrevista.** <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>
- Foro nuclear (s/f) **¿Qué es la electricidad?** <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-electricidad/>
- Fundación EDESA. (2019). **La energía.** Documento en línea recuperado en: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-que-es-la-energia>
- Gantes, M. (2018). **¿Qué es la Hora Solar Pico (HSP), para qué sirve y cómo calcularlo?** <http://descubriendofenomenoselectricos.blogspot.com/2020/10/httpswwwhelioesferacomirradiancia.html>
- Glosario servidor alicante. **Voltio.** <https://glosarios.servidor-alicante.com/fisica/voltio>
- Greenfactts. **Corriente.** Glosario: Corriente eléctrica (greenfacts.org)
- Hurtado de Barrea, M (2006). **El proyecto de investigación: Metodología de la investigación holística.** Cuarta edición. Quirón editores. Colombia
- La Cruz, E. (2005). **Desarrollo en Venezuela de las Fuentes Alternas Renovables de Energía.** *Primeras Jornadas sobre las FARE en Venezuela.* Puerto Ordaz-Venezuela.
- Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía. (Gaceta Oficial N° 39.823 del 19 de diciembre de 2011)

- López, A. (2016). **El abandono de los proyectos de energía renovables en Venezuela.** <https://www.evwind.com/2016/07/29/el-abandono-de-los-proyectos-de-energias-renovables-en-venezuela/>
- Martínez, Rodríguez y Castro (2017). **La hora solar pico equivalente, definición e interpretación.** <https://www.semanticscholar.org/paper/La-hora-solar-pico-equivalente%2C-definici%C3%B3n-e-%2FThe-Mart%C3%ADnez-Rodr%C3%ADguez/dfaf24149ce9909c2427ab9b2e978f4f204d95ad>
- Montero, J. (2016). **Arquitectura y energía fotovoltaica. Integración arquitectónica de la energía fotovoltaica.** [https://oa.upm.es/39231/1/TFG\\_Javierde\\_Montero-Fontan.pdf](https://oa.upm.es/39231/1/TFG_Javierde_Montero-Fontan.pdf)
- Monterroso, R y Cifuentes, J (2016). **Conceptos de Energía, eficiencia, eficiencia energética, conversión de energía, conservación de la energía y uso eficiente de la energía.** <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4471/1/Conceptos%20de%20Energ%C3%ADa%2C%20eficiencia%2C%20eficiencia%20energ%C3%A9tica%2C%20conversi%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa%2C%20conservaci%C3%B3n%20de%20la%20energ%C3%ADa%20y%20uso%20eficiente%20de%20la%20energ%C3%ADa.pdf>
- Nedelcu (2009). **Suministro de energía eléctrica a una vivienda rural aislada mediante fuentes de energía renovable.** [Trabajo de grado para optar al título en Ingeniería Técnica Industrial mención Electricidad ante la Universtitat Rovira / Virgili. Tarragona, España] <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1430res.pdf>
- Normas APA. Séptima edición. Recuperado de <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>
- Normas COVENIN 200: 2004. Código eléctrico Nacional
- Padilla, N, (2017). **“Implementación de un sistema de energía renovable alternativo para la electrificación del comando de la guardia nacional “Escuadrón Montado Guatopo”, ubicado en el Parque Nacional Guatopo**

- del estado Miranda”** [Tesis de postgrado para optar al título de Magister en Ingeniería Ambiental en la universidad de Carabobo, campus Bárbula].  
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/4453>
- Palella, S y Martins, F (2012). **Metodología de la investigación cuantitativa**. FEDEUPEL, Caracas.
- Pepeenergía (s/f) **¿Qué es la potencia eléctrica?**  
<https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-potencia-electrica/>
- Pérez Juste, R. (2014). Evaluación de Programas Educativos. 1a edición. Madrid: La Muralla.
- Perpiña Lamiguero, O. (2020). **Sistema Solar Fotovoltaico**.  
<https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf>
- Secretaria de Energía. República de Argentina. (2003). **Conceptos sobre energía**.  
[https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos\\_didacticos/publicaciones/conceptos\\_energia.pdf](https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/conceptos_energia.pdf)
- Tamayo y Tamayo (2003). **El proceso de investigación científica**. Cuarta edición. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. México.
- Tecnológico de Costa Rica. **Hora pico solar, HSP**.  
[http://seslab.org/fotovoltaico/6\\_el\\_concepto\\_de\\_hora\\_solar\\_pico.html](http://seslab.org/fotovoltaico/6_el_concepto_de_hora_solar_pico.html)
- TECSA (2019). **¿Qué es un transformador eléctrico y cómo funciona?**  
<https://www.tecsagro.com.mx/blog/que-es-un-transformador-electrico/>
- Universidad Estatal Amazónica de Ecuador (s/f). **Termodinámica**. Escuela de Ingeniería. <https://www.uea.edu.ec/eva1517/web/course/info.php?id=748>
- Vargas Cordero, Z (2008). **La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica**. Revista Educación 33(1), 155-165, ISSN: 0379-7082, 2009. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>.
- Vitriago, A, (2017). **“Propuesta de una vivienda unifamiliar de desarrollo progresivo: empleando el uso de tecnología eólica y solar como suministro de energía alternativa. Los Tanques, estado Falcón. Caso: Carácter híbrido**

**(ED – FV)**”. [Tesis de pregrado para obtener el título de Ingeniero civil por la  
Universidad Nueva Esparta]  
<http://miunespace.une.edu.ve/jspui/handle/123456789/2966>

## ANEXOS

## **ANEXO I**

### **Instrumentos de Recolección de datos**

## GUÍA DE ENTREVISTA

**NOMBRE Y APELLIDOS:** Cesar Leonardo Morales

**PROFESIÓN:** Ingeniero Agrónomo

**Tabla 18**

Guía de entrevista

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Cuál es la ubicación exacta de la parcela 566 de su propiedad?	La parcela 566, consta de tres lotes, los cuales son identificados como Lotes B, C y D, la misma está ubicada en el sector Uverote, asentamiento campesino Sistema de riego río Guárico, parroquia Calabozo, municipio Francisco de Miranda del estado Guárico Y consta de una superficie de SETENTA Y SEIS HECTÁREAS CON UN MIL TREINTA METROS CUADRADO (76 ha. 1030 m <sup>2</sup> ). En esta ubicación debemos considerar que la misma, está demarcada por los puntos de coordenadas levantadas en proyección Universal Transversal (UTM). Los cuales son: Huso 19. Latitud 8.736216 y Longitud -67.590924
2. ¿Cuáles son los linderos de su parcela?	Los linderos de la parcela son: por el norte con Terrenos ocupados por Parcela N° 566 Lote K y Parcela N° 566 Lote L. Sur con Terrenos ocupados por Parcela N° 171. Este con Terrenos ocupados por Parcela N° 161 y Oeste con Terrenos ocupados por Parcela N° 567 Lote F
3. ¿Cuáles son los servicios públicos que se encuentran en el asentamiento campesino Río Guárico?	En el asentamiento campesino a pesar de que el municipio Francisco de Miranda esta al lado de calabozo, por ser una zona netamente agrícola, la población que habita en el, solo disfruta de la telefonía

	celular, y de estos la única red que tiene cobertura es Movilnet.
4. ¿A qué distancia se encuentran los centros educativos más cercanos?	Como te dije en la pregunta anterior, en el asentamiento campesino, no existe ningún tipo de servicio públicos, los muchachos deben trasladarse al sector Uverito, que está aproximadamente a cinco kilómetros de distancia, para ello deben caminar hasta la carretera nacional Calabozo-San Fernando de Apure para tomar el transporte público que viene de esa ciudad.
5. ¿A qué distancia se encuentra de salud más cercano?	Igual que la pregunta anterior, el centro de salud más cercano, que es un CDI, está ubicado en el sector Uverito. Por lo tanto hay que recorrer aproximadamente 5 kilómetros.
6. ¿A qué distancia se encuentra el sistema eléctrico convencional?	El sistema eléctrico convencional mas cercano está ubicado en la carretera nacional, antes explicada, la cual se encuentra a tres kilómetros de distancia de la parcela.
7. ¿Qué tipo de flora existe en su parcela?	La flora del sector que más hay en la parcela son arboles de veda: Caobas, Cedro, Pardillo, Saqui saqui, Mijao, Acapo, entre otros, como el mastranto que son arbustos pequeños.
8. ¿Qué tipo de fauna habita en su parcela?	Hay diversos tipos de animales, acá en la parcela, que recuerde.... Araguato, Ardilla, áquiro, báquiro, Cachicamo montañero, Cachicamo sabanero, Comadreja cola corta del Orinoco, oso hormiguero, Cunaguaro, Chigüire, Danta y Lapa. Pajaros como el Alcaraván sabanero y Águila de penacho, garza, patos güirirí. Además de Baba, Boa constrictora, Caimán, Cascabel. Lo que si es que el estado prohíbe la caza de esas especies y la tala de los árboles.

<p>9. ¿Cuáles dispositivos eléctricos posee actualmente en la vivienda de su propiedad ubicada en la parcela 566?</p>	<p>Actualmente tengo una planta eléctrica que funciona con diesel que ya tiene muchos años.</p>
<p>10. De pensar en el futuro ampliar la vivienda. ¿Qué construiría? ¿Cuáles dispositivos eléctricos usaría?</p>	<p>Si decido ampliar la vivienda, construiría una habitación con su baño, para que cuando familia deseen venir y quedarse un fin de semana, no estén incomodos. Por eso incluiría dispositivos eléctricos como, no se un ventilador, un televisor, un decodificador de cable, enchufe para el cargador del teléfono celular y por supuesto dos bombillos, uno para el cuarto y otro para el baño.</p>
<p>11. ¿Cuenta usted con los recursos económicos, operativos y técnicos para implementar esta propuesta? Explique.</p>	<p>Bueno....decir que se cuenta con todos los recursos, usted sabe....la inversión es necesaria, porque mejora la calidad de vida de los trabajadores y da más seguridad pues todo va a estar iluminado. Además siempre se hacen sacrificios para obtener los recursos económicos. En cuanto los operativos y técnicos, el muchacho está estudiando ingeniería, y el se encargaría de implementar y poner en marcha el proyecto.</p>

Fuente: Morales (2021)

## LISTA DE COTEJO

**Tabla 19**

Lista de cotejo

N°		Si	No
1	¿La parcela 566 cuenta con un sistema de electrificación pública?		√
2	¿Existen centros educativos en el asentamiento campesino donde está ubicada la parcela 566?		√
3	¿Existen centros de salud en el asentamiento campesino donde está ubicada la parcela 566?		√
4	¿La parcela cuenta con planta eléctrica alimentada con gasoil?	√	
5	¿Existe fauna silvestre en el área de la parcela 566?	√	
6	¿Cerca de la vivienda colindan árboles frondosos que le den sombra?		√
7	¿La vivienda posee techos de platabanda que resista la instalación de un sistema fotovoltaico?		√
8	¿El techo de la vivienda es suficientemente amplio para instalar los paneles solares?		√
9	¿Cerca de la vivienda hay espacios suficientes para instalar un sistema fotovoltaico?	√	

Fuente: Morales (2021)

## **ANEXO II**

### **Catálogo PEIMAR. Panel Solar Modelo SG330P**



**30** AÑOS GARANTÍA LINEAL PRODUCCIÓN  
ANNI GARANZIA LINEARE PRODUZIONE

**20** AÑOS GARANTÍA PRODUCTO  
ANNI GARANZIA PRODOTTO

## COMMERCIAL LINE

**SG330P**



MÓDULO MADE IN ITALY

La línea de módulos PEIMAR de silicio policristalino representa una excelente síntesis de versatilidad y eficiencia. Dúctiles y resistentes, los mismos son adecuados para instalaciones comerciales y residenciales, así como para instalaciones de grandes tamaños. Gracias al empleo de células fotovoltaicas de alta calidad, los módulos de silicio policristalino PEIMAR alcanzan un rendimiento energético superior a la media y garantizan resultados constantes y confiables también en condiciones ambientales no precisamente óptimas. El marco, livianísimo pero al mismo tiempo extremadamente resistente, facilita la instalación y contribuye a conferir robustez al panel.



TOLERANCIA POSITIVA SOBRE LA POTENCIA



PID FREE



REACCIÓN AL FUEGO: CLASE I



VIDRIO ANTIRREFLEJO



RESISTENCIA AL GRANIZO

### CELIDAS

**72**  
POLI



CANTIDAD:  
72 CELDAS  
TIPO:  
POLY 5BB  
TAMAÑO:  
156x156 mm / 6x6"

### MARCO



### LÁMINA POSTERIOR



### JUNCTION BOX



### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (STC<sup>\*\*</sup>)

Potencia de pico (P <sub>max</sub> )	330 W
Tolerancia de potencia	0±5 W
Tensión a Pico (V <sub>mp</sub> )	36.4 V
Corriente a Pico (I <sub>mp</sub> )	9.07 A
Tensión de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	45 V
Corriente de corto circuito (I <sub>sc</sub> )	9.78 A
Tensión máxima de sistema	1500 V
Máximo valor nominal del fusible	15 A
Eficiencia Módulo	17.00%

	<b>SG330P</b>
Potencia de pico (P <sub>max</sub> )	330 W
Tolerancia de potencia	0±5 W
Tensión a Pico (V <sub>mp</sub> )	36.4 V
Corriente a Pico (I <sub>mp</sub> )	9.07 A
Tensión de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	45 V
Corriente de corto circuito (I <sub>sc</sub> )	9.78 A
Tensión máxima de sistema	1500 V
Máximo valor nominal del fusible	15 A
Eficiencia Módulo	17.00%

### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Células	33 (6x12) policristalinas
Tamaño Células	156x156 mm / 6.14"
Cubierta Frontal	3.2 mm / 0.127" grueso vidrio templado
Capas	171 (Incluso PET-Incluso)
Cubierta Posterior	EVA (Etileno Vinil Acabado)
Marco	Aleación de aluminio anodizado óxido grueso
Acabados Marco	Plata
Acabados Látexa posterior	Blanco
Diodos	3 Diodos de Bypass
Junction Box	certificado IEC
Conexiones	MCA o conexiones compatibles
Longitud Cables	800 mm / 31.5"
Sección Cables	4.0 mm <sup>2</sup> / 0.006 m <sup>2</sup>
Tamaño	1562x992x40 mm / 75x39x1.57"
Peso	22.5 kg / 49.6 lbs
Carga Mú	Certificado para 5400 Pa

### CARACTERÍSTICAS TEMPERATURA

NOCT <sup>***</sup>	45.2 °C
Coefficiente temperatura de la potencia máxima	-0.43 %/°C
Coefficiente temperatura de la tensión de circuito abierto	-0.37 %/°C
Coefficiente temperatura de la corriente de corto circuito	0.047 %/°C
Temperatura de funcionamiento	-40 °C ~ +85°C

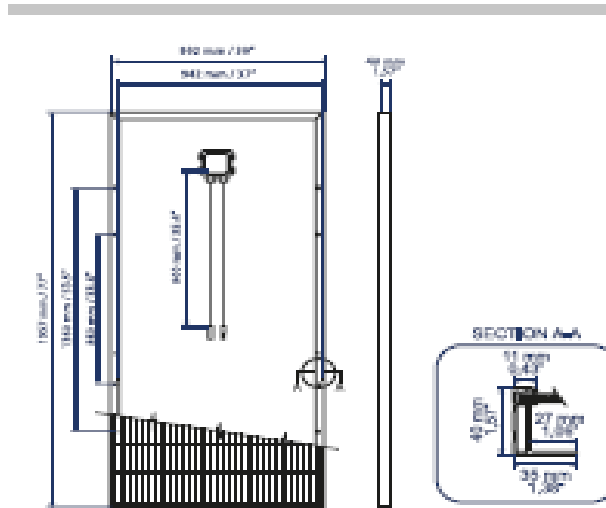
### EMBALAJE<sup>\*\*\*</sup>

Dimensiones Pallet	2000x1200x1200 mm / 78.7x46.1"
Panels por Pallet	20
Peso	500 kg / 1101 lbs

### CERTIFICACIONES

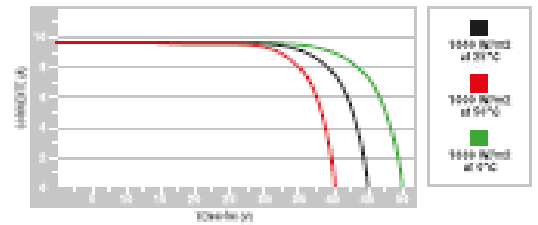
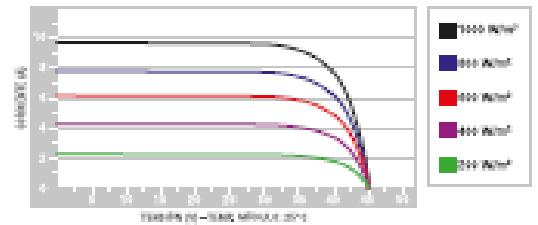
Resistencia al fuego	Clase de reacción al fuego: 1 (EN 6173)
PD-tran	IEC TS 62084-1:2015

### TAMAÑO



### CARACTERÍSTICAS CORRIENTE/VOLTAJE

Valores referidos al panel SG330P



<sup>\*\*</sup>STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Module Temperature 25°C, Air Mass 1.5

\*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Module Temperature 25°C, Air Mass 1.5

\*\*NOCT: Nominal Operation Cell Temperature Sun 800W/m<sup>2</sup>; Air 20°C; Wind speed 1m/s

\*\*\* Los paneles pueden ser sobrepuestos máximo por dos

Se especifica que los datos históricos, las informaciones y representaciones consignadas en el presente documento mantienen un valor meramente indicativo. PEIMAR se reserva la facultad de modificar en cualquier momento y sin preaviso, los datos, los diseños y las informaciones consignadas en el presente documento.  
ES\_VERS 1\_08/2018

**PEIMAR**  
ITALIAN PHOTOVOLTAIC MODULES

Via Costa 72, 25124 Brescia, ITALY • [www.peimar.com](http://www.peimar.com) • [info@peimar.com](mailto:info@peimar.com)

**ANEXO III**  
**SAGET. CATÁLOGO RESPALDO ELÉCTRICO 2021**



**SAGET**  
CATÁLOGO  
RESPALDO ELÉCTRICO

**2021**

Certificaciones de seguridad





Somos una Empresa Venezolana enfocada en la Bioconstrucción, que nace con un propósito claro: La protección de la vida en todas sus formas y tipos, siendo Venezuela el quinto país de mayor Biodiversidad del mundo. Estudiamos los distintos ecosistemas, fauna y flora en los que vamos a intervenir, a través de servicios y productos de alta tecnología en nuestras áreas de energías renovables, eficiencia energética y bioconstrucción.

Siempre garantizamos el menor impacto ambiental para la preservación de nuestro entorno, la sustentabilidad de nuestro país y el futuro del planeta, Tenemos un alcance nacional e internacional, ya que trabajamos de la mano con una empresa aliada que tiene por nombre BIOENERGY, la cual es nuestra marca en los productos de iluminación LED.



## ¡La solución ideal ante los cortes de luz!

En SAGET realizamos arreglos de respaldo energético utilizando equipos inversores de corriente. Estos equipos convierten la corriente alterna (AC) a corriente directa (DC) para ser almacenada en bancos de baterías de ciclo profundo con voltajes de 120V o 220V.



No producen ruido



No producen humo



No requieren combustible  
(gasolina, diésel o gas)



Actúan de manera inmediata



No genera calor

# Inversores / Cargadores

En SAGET realizamos arreglos de respaldo energético utilizando equipos inversores de corriente. Estos equipos convierten la corriente alterna (AC) a corriente directa (DC) para ser almacenada en bancos de baterías de ciclo profundo.

## Sistemas de respaldo energético conectado a la red

Los equipos de respaldo eléctrico, son la solución ideal ante las fallas de energía eléctrica. Cumplen la misma función que un UPS (Unlimited Power Supply). Conectándose directamente a la red funcionando de manera automática. La capacidad tradicional de los sistemas va desde los 500W hasta los 6000W, con voltajes de 120V o 220V.



## Sistemas de Respaldo con generación fotovoltaica

Este mismo sistema de respaldo pero alimentado con energía fotovoltaica, le funcionará por mayor tiempo, y además significa una independencia y retorno de inversión económico al utilizar la energía generada del sol sin consumir la energía eléctrica pública.

Aparte del beneficio económico, existe una gran cantidad de ventajas:

- Menos mantenimiento
- Cero emisión de gases del generador
- Cero ruido
- Cero combustible





## Inversores Cargadores modelo LW

**500W**

120VAC  
Código 00153

**1000W**

120VAC  
Código 00154

**1500W**

120VAC  
Código 00155

**3000W**

120VAC  
Código 00156

**6000W**

220VAC  
Código 00157

Garantía ..... 1 año

Tipo de Uso ..... comercial / residencial / industrial

Presentación ..... Caja x 1 Und

### Características

Frecuencia nominal 50 / 60Hz, Factor de potencia 0.9-1.0, Corriente máxima de carga 35A / 70A, Ruido audible <60dB. Forma de onda Senoidal pura. Tiempo de transferencia máximo 10ms, Voltajes DC desde 12V hasta 48V.





### Inversores cargadores híbridos modelo GS

4000W	5000W	6000W	8000W	10000W	12000W
120VAC	120VAC	120VAC / 220VAC	120VAC / 220VAC	120VAC / 220VAC	120VAC / 220VAC
Código 00300	Código 00301	Código 00302	Código 00303	Código 00304	Código 00305

### Características

Garantía	1 año
Tipo de Uso	comercial / residencial / industrial
Presentación	Caja x 1 Und

Frecuencia nominal 50 / 60Hz, Factor de potencia 0,9-1,0, Corriente de carga desde 20A a 90A, Ruido audible <60dB. Forma de onda senoidal pura, Incluyen controlador de carga solar MPPT de 40 o 60A, Opción de monitoreo remoto SNMP, Tiempo de transferencia máximo 20ms, Voltajes DC desde 12V hasta 48V.





## Batería ciclo profundo

**100Ah**

Código 00164

**150Ah**

Código 00165

**200Ah**

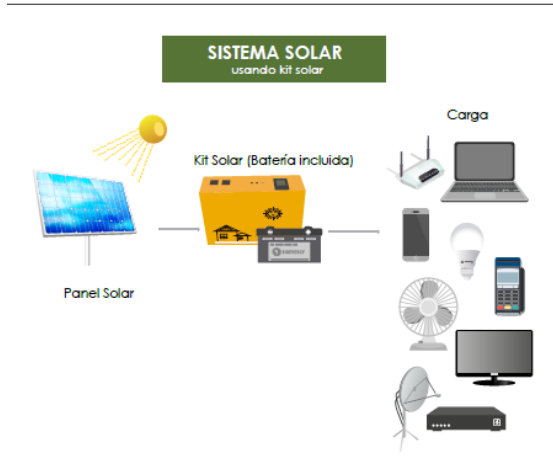
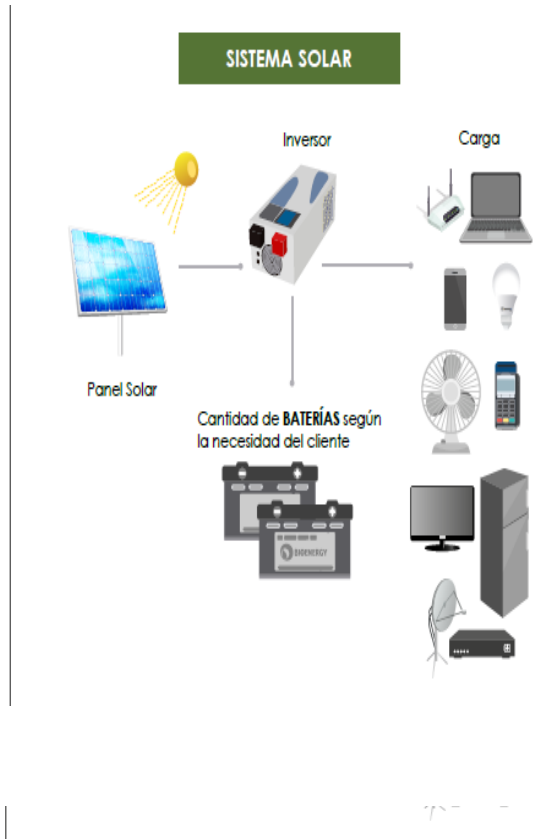
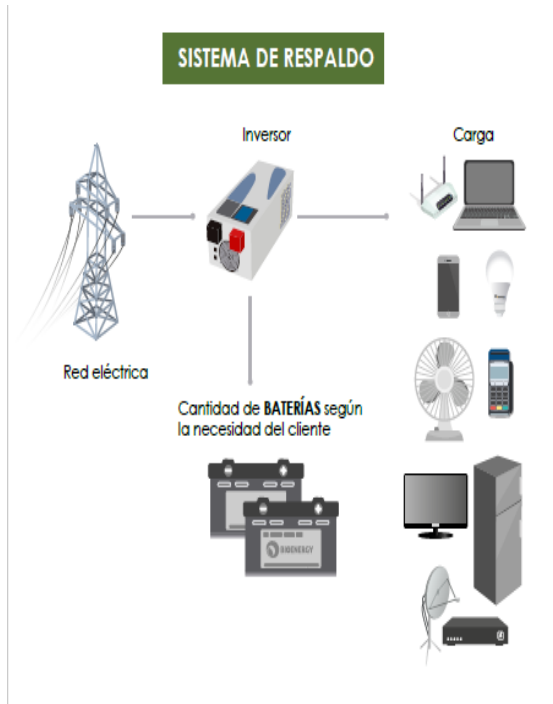
Código 00288

## Características

Garantía	1 años
Tipo de Uso	Comercial / Oficina
Presentación	Caja x 1 Und
Número de celdas	6

12V, Capacidad nominal @10 horas, Rangos de Temperatura en operación:  
 Descargada: -20°C / +50°C,  
 Cargada: -10°C / +50°C,  
 Almacenada: -20°C / +40°C





**Nota:** El tiempo de duración va a depender de los equipos que desees conectar





**Contáctanos:**

0424-4024885

0414-5856535

0241-8256666

 [ventas@sagetve.com](mailto:ventas@sagetve.com)

[www.sagetve.com](http://www.sagetve.com)



@sagetve



Saget Venezuela