



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
SAN CARLOS - VENEZUELA**

**PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUSTENTABLE CON CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA LA  
EDIFICACIÓN DEL FARMATODO SUCURSAL SAN CARLOS COJEDES**

**Autores:**

Br. Ibarra, S. Diana, M.

C.I: 19.722.563

Br. Pérez, L. Rafael, A.

C.I: 21.561.083

**Tutores:**

Académico: Arq. Luis A. Moreno

Metodológico: MSc. Diego Pineda

Cojedes, 2025



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
SAN CARLOS - VENEZUELA**

**PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
SUSTENTABLE CON CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA LA  
EDIFICACIÓN DEL FARMATODO SUCURSAL SAN CARLOS COJEDES**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Civil

**Autores:**

Br. Ibarra, S. Diana, M.

C.I: 19.722.563

Br. Pérez, L. Rafael, A.

C.I: 21.561.083

**Tutores:**

**Académico:** Arq. Luis A. Moreno

**Metodológico:** MSc. Diego Pineda

Cojedes, 2025



Semestre Académico 2024-II: RG

### ACTA DE PRESENTACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Hoy 21 de febrero de dos mil veinticinco, siendo las 10:10am, reunidos en el Salón de Conferencias del Programa Ciencias Básicas y Aplicadas de la UNELLEZ – VIPI, los Profesores Luis Moreno C.I: 5.203.816; Oriana Esqueda C.I: 17.890.888 y José Aparicio C.I: 19.542.503; Tutor y Jurados designados por la Comisión Asesora del Programa Ciencias Básicas y Aplicadas, en Resolución CAPCBA No 2024/172, Acta N° 497 Extraordinaria, Punto N° 10 de Fecha: 10/12/2024; para evaluar la presentación oral y pública de la versión final del Trabajo de Grado titulado: **PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUSTENTABLE CON CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA EDIFICACIÓN DEL FARMATODO SUCURSAL SAN CARLOS COJEDES**, como requisito final para optar al Título de **Ingeniero Civil** realizado por los bachilleres **Diana Ibarra C.I: 19.722.563** y **Rafael Pérez C.I: 21.561.083**.

El tutor en su condición de coordinador del jurado examinador, inició el acto de presentación del Trabajo de Grado y seguidamente los bachilleres realizaron la exposición del mismo durante 20 minutos, puntualizando: el problema, los objetivos, el marco teórico, los antecedentes, discusión de los resultados, las conclusiones y recomendaciones; respondiendo satisfactoriamente las observaciones y/o preguntas formuladas. Finalmente, el jurado deliberó para totalizar la calificación de la presentación, obteniéndose el siguiente resultado:

Autor / Cédula de Identidad	Nota 1-100%	Nota Final 1-5
Diana Ibarra C.I: 19.722.563	100	5
Rafael Pérez C.I: 21.561.083	100	5

Por el Jurado:

Oriana Esqueda  
C.I: 17.890.888

**Jurado Principal**

Luis Moreno  
C.I: 5.203.816

**Tutor (Coordinador)**

José Aparicio  
C.I: 19.542.503

**Jurado Principal**

Luis Chacón  
C.I: 24.013.891

**Jurado Suplente**



## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS TODOPODEROSO, por sus bendiciones, además de la fuerza y la paciencia que me proporcionó en momentos difíciles, siempre estando presente en este camino.

A MIS PADRES Marisol y Edgar, hermano Edwin.

A MI ABUELA Margarita Ramírez ejemplo de lucha y superación.

A MIS TÍAS Subdelia, Marisol y Tío Cesar por contribuir en mi proceso de preparación académica y en la vida en general.

A MI TUTOR Luis Moreno, quien siempre estuvo dispuesto a colaborarnos y compartir sus conocimientos.

A MI AMIGO Y COMPAÑERO DE TESIS RAFAEL PÉREZ, con quien tuve el privilegio de compartir durante más de la mitad de la carrera y en la realización de este Trabajo de Grado.

A MIS AMIGOS; María Alejandra Silva, Douglas Alejandro Guerrero, Carlos Contreras, Lucia Ortuño, Hebe Silva, María Gabriela Arrieta, Jhovanny Herrera, compañeros que me tuvieron mucha paciencia y me dieron apoyo durante esta batalla satisfactoria.

A LOS PROFESORES que contribuyeron en mi preparación académica en nuestra Casa de Estudio UNELLEZ.

***Diana Ibarra***

Dedico este trabajo principalmente A DIOS por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A MIS PADRES por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, y sé que este momento es tan especial para ustedes como para mí.

A MIS HIJOS King y Charlotte quienes han sido mi mayor motivación para nunca rendirme y ser un ejemplo para ellos.

A MIS HERMANAS por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestas a escuchar y ayudarme en cualquier momento

A MI COMPAÑERA DIANA por el apoyo y la confianza de hacer este equipo para el logro de esta meta.

**Rafael Pérez**

## DEDICATORIA

PRIMERAMENTE, A DIOS, porque sin Él nada sería posible. Gracias por darme fortaleza, claridad y guía en los momentos más difíciles, por abrir mi mente cuando sentía que no podía más y por acompañarme en cada paso de este camino.

A MI MADRE, **Marisol Sánchez**, Mi Padre, **Edgar Ibarra** (QPD) por su amor incondicional, por ser mi pilar y mi mayor motivación, Gracias por su apoyo constante, por sus palabras de aliento en los momentos de duda y por impulsarme siempre a seguir adelante.

A MI ABUELA **Margarita Ramírez**, que ha trabajado mucho por hacer realidad y ver los sueños de sus nietos, su fortaleza y dedicación me han enseñado que, aunque la vida presente desafíos, siempre hay que seguir adelante.

A MI HERMANO **Edwin Leonardo Ruiz Sánchez** (QPD), por ser mi ejemplo a seguir, amigo incondicional y apoyo constante mientras estuviste conmigo.

Y, por último, este logro es para MÍ, porque nunca me rendí, a pesar de las dificultades que conllevó encontré en cada obstáculo una oportunidad para crecer, esta travesía me ha enseñado que cada pequeño paso cuenta y que ser fuerte es un acto de amor hacia uno mismo.

**DIANA IBARRA**

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
Resumen.....	XI
Abstract.....	XII
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA</b> .....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Alcances y Limitaciones.....	10
1.4.1 Alcances.....	10
1.4.2 Limitaciones.....	11
1.5 Cronograma de Actividades.....	12
1.6 Presupuesto.....	12
1.7 Institución, investigador, asesor metodológico y tutor académico..	12
<b>CAPITULO II.</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	13
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	13
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1 Energía.....	15
2.2.2 Energía Sustentable.....	16
2.2.3 Energía Renovable en Venezuela.....	17
2.2.4 Sistema Solar.....	18
2.2.4.1 Métodos Indirectos.....	19
2.2.4.2 Métodos Directos.....	19
2.2.5 Sistema Fotovoltaico.....	20
2.2.6 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.....	20
2.2.6.1 Sistemas aislados.....	21
2.2.6.2 Sistemas de conexión a red.....	22
2.2.6.3 Sistemas híbridos o mixtos.....	22
2.2.7 Diseño de un Sistema Fotovoltaico.....	23
2.2.8 Celdas Fotovoltaica.....	23
2.2.9 Tipo de Celdas Fotovoltaica.....	24
2.2.9.1 Celdas Esféricas.....	24

2.2.9.2 Celdas Mono Cristalinas.....	24
2.2.9.3 Celdas Amorfas.....	24
2.3 Bases Legales.....	25
2.4 Definición de Términos.....	26
<b>CAPITULO III.</b>	
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>29</b>
3.1 Diseño y Tipo de Investigación.....	29
3.2 Población y muestra.....	30
3.3 Técnica e Instrumentos de Recolección de datos.....	30
3.4 Procedimiento de la investigación.....	32
3.4.1 Fase I Comprobación de las cargas de consumo eléctrico del edificio de Farmatodo.....	33
3.4.2 Fase II: Diseño conceptual de la propuesta de abastecimiento de energía sustentable con celdas fotovoltaicas.....	33
3.4.3 Fase III: Determinación de la factibilidad de ejecución.....	33
3.5 Técnica de Análisis de Datos.....	33
<b>CAPITULO IV.</b>	
<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	
4.1 Descripción de las cargas de las áreas de la sucursal de Farmatodo San Carlos Cojedes .....	34
4.1.1.1 Carga en el área de descanso.....	36
4.1.1.2 Carga del área de kitchenette.....	36
4.1.1.3 Carga área de Lavamopas.....	37
4.1.1.4 Carga del área de Recepción de Medicamentos.....	37
4.1.1.5 Carga del área de Baños Públicos.....	38
4.1.1.6 Carga del área de la Oficina de Administración.....	38
4.1.1.7 Carga en área de Farmacia.....	39
4.1.1.8 Carga en el área de Garita.....	39
4.1.1.9 Carga del área de Auto Servicio.....	40
4.1.1.10 Carga del área de Depósito.....	40
4.1.1.11 Carga área Rincón del Dulce.....	41
4.1.1.12 Carga área zona de Cajas.....	41
4.1.1.13 Carga del área de atención al público.....	42
4.1.1.14 Carga de área externa.....	42
4.1.1.15 Carga del área interna.....	43
4.1.1.16 Carga de Baños interno.....	43
4.1.1.17 Carga área del Departamento de Jardinería.....	44
4.1.1.18 Carga del área de Bombas.....	44

4.1.1.19 Carga del área de Cosméticos.....	45
4.1.1.20 Carga del área de aires acondicionados.....	45
4.1.1.21 Carga del área luminarias externas.....	45
4.2. Análisis de las cargas del edificio de Farmatodo.....	46
4.3. Calculo de los componentes para el sistema.....	48
4.2.1 Cálculo y selección del número de inversores.....	49
4.2.2 Cálculo y selección del banco de baterías.....	49
4.2.3 Cálculo y selección de los paneles solares.....	50
4.2.4 Cálculo y selección del área de ubicación de los paneles.....	50
4.2.5 Cálculo y selección del controlador de carga del banco de baterías.....	51
4.2.6 Presupuesto y análisis de precios único.....	52
4.4. Factibilidad de la propuesta de sistema de energía eléctrica con celdas fotovoltaicas.....	58
<b>CAPITULO V.</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Recomendaciones.....	62
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>



## INDICE DE TABLAS

<b>N°</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
1.	Cronograma de Actividades.....	11
2.	Costo estimado del Proyecto.....	12
3	Carga de área de descanso.....	36
4	Carga de área de kitchenette.....	36
5	Carga de área de Lavamopas.....	37
6	Carga de área de recepción de medicamentos.....	37
7	Carga de área de baños públicos.....	38
8	Carga de área de oficina de administración.....	38
9	Carga de área de atención farmacéutica.....	39
10	Carga de área de farmacia.....	39
11	Carga de área de Garita.....	40
12	Carga de área de auto servicio.....	40
13	Carga de área de depósito.....	41
14	Carga de área del rincón del dulce.....	41
15	Carga de área de zona de cajas.....	42
16	Carga de área de área central.....	42
17	Carga de área de áreas externas.....	43
18	Carga de área de baños internos.....	43
19	Carga de área del departamento de Jardinería.....	44
20	Carga de área de bomba.....	44
21	Carga del área de cosméticos.....	45
22	Carga de área de aires acondicionados.....	45
23	Carga de área de luminaria externa.....	46
24	Total de cargas por área del edificio de Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes.....	46
25	Cálculo del número de inversores.....	49
26	Cálculo del banco de baterías.....	49
27	Voltaje de salida de los inversores solares.....	50
28	Modelo de batería.....	50
29	Cálculo del paneles solares.....	50
30	Cálculo del panel solar según su potencia.....	51
31	Cálculo del área para el panel solar.....	51
32	Cálculo de controladores de carga.....	51
33	Presupuesto de instalación del sistema de energía fotovoltaica.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1	Ubicación satelital de Farmatodo.....	6
2	Vista satelital de Farmatodo.....	7
3	Energía Sustentable.....	17
4	Capitación de energía solar y transformación fotovoltaica..	19
5	Energía solar fotovoltaica solares.....	19
6	Componentes del sistema fotovoltaico.....	20
7	Tipos de instalación fotovoltaica.....	20
8	Celdas fotovoltaicas BIMAX 625W N-Type Top con bifacial Doublé-Glass Solar.....	24
9	Plano planta de techo.....	53
10	Plano de tomacorriente.....	54
11	Plano sistema fotovoltaico.....	55
12	Plano de luminarias.....	56
13	Plano de luminarias externas.....	57
14	Parámetros técnicos del inversor trifásico TF2.....	58
15	Batería Solar Opzs 48V i500ah.....	59
16	Paneles solares BIMAX.....	59
17	Área de aires acondicionados.....	67
18	Área de bombas.....	68
19	Área de techo.....	69
20	Área de techo.....	70
21	Área de plata eléctrica.....	71
22	Edificación Farmatodo.....	72



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
SAN CARLOS - VENEZUELA**

**PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUSTENTABLE  
CON CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA LA EDIFICACIÓN DEL FARMATODO  
SUCURSAL SAN CARLOS COJEDES**

**Autores:**

Br. Ibarra, S. Diana, M.C.I: 19.722.563

Br. Pérez, L. Rafael, A.C.I: 21.561.083

**Tutor Académico:** Arq. Luis A. Moreno

**RESUMEN**

El presente Trabajo de Grado se trata del diseño de un sistema de abastecimiento de energía eléctrica sustentable con celdas fotovoltaicas que permita cubrir las necesidades de energía eléctrica del comercio de Farmatodo sucursal San Carlos, ubicado en el estado Cojedes Venezuela. El estudio corresponde a un proyecto factible con diseño de campo y nivel descriptivo. Los resultados del análisis de carga y de acuerdo a aspectos técnicos e ingeniería identificaron un alto consumo de energía eléctrica en la sucursal, por lo que se propuso un sistema fotovoltaico con los siguientes componentes: sesenta (60) Batería modelo Solar OPZS 48V 1500AH KBK/TAB; un (1) Inversor Trifásico Grid TIE NCL-TF140, tres (3) Controlador Electrónico de Carga para Banco de Baterías solares MPPT SOLAR PC18-8015F; ciento sesenta y ocho (168) paneles solares modelo BiMAX 625W N-Type TOP Con Bifacial Double-Glass. Entre las conclusiones obtenidas de acuerdo la evaluación técnica, económica, social y ambiental, se determinó que la propuesta es factible de implementar.

**Palabras clave:** energía sustentable, sistema fotovoltaico, paneles solares, celdas fotovoltaicas, factibilidad económica



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
SAN CARLOS - VENEZUELA**

**PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUSTENTABLE  
CON CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA LA EDIFICACIÓN DEL FARMATODO  
SUCURSAL SAN CARLOS COJEDES**

**Autores:**

Ibarra, S. Diana, M.C.I: 19.722.563

Pérez, L. Rafael, A.C.I: 21.561.083

**Tutor Académico:**

Arq. Luis A. Moreno

**ABSTRACT**

This Degree Project is about the design of a sustainable electrical energy supply system with photovoltaic cells that allows covering the electrical energy needs of the Farmatodo San Carlos branch, located in the state of Cojedes, Venezuela. The study corresponds to a feasible project with field design and descriptive level. The results of the load analysis and according to technical and engineering aspects identified a high consumption of electrical energy in the branch, so a photovoltaic system was proposed with the following components: sixty (60) Battery model Solar OPZS 48V 1500AH KBK//TAB; one (1) TIE NCL-TF140 Three-Phase Grid Inverter, three (3) MPPT SOLAR PC18-8015F Electronic Charge Controller for Solar Battery Bank; one hundred and sixty-eight (168) solar panels model BiMAX 625W N-Type TOP With Bifacial Double-Glass. Among the conclusions obtained according to the technical, economic, social and environmental evaluation, it was determined that the proposal is feasible to implement.

Keywords: sustainable energy, photovoltaic system, solar panels, photovoltaic cells, economic feasibility

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, el hombre ha aprovechado de los recursos naturales de su entorno para impulsar y mejorar la calidad de vida de la sociedad. La disponibilidad de energía eléctrica es uno de los factores fundamentales en el desarrollo de un país, por tanto, es de gran relevancia garantizar la continuidad y calidad de éste servicio. El uso de energía eléctrica convencional se considera altamente contaminante y dañina por las emisiones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), generados por combustibles fósiles, causando efectos a la salud humana por la presencia de enfermedades de vías respiratorias, generando inflamación crónica en los pulmones, deterioro en los flujos pulmonares, interactuando con el aparecimiento de otras enfermedades como: bronquitis crónica, cáncer al pulmón y el asma (Greenpeace México, 2021).

En los últimos tiempos, los avances tecnológicos han apuntado a la protección del medio ambiente y al avance en el desarrollo de la generación alternativa de energía eléctrica. La energía solar, es una de las más implementadas a nivel mundial, y se aprovecha la radiación solar disponible en la zona, la cual es captada por paneles solares y transformada en corriente continua. De acuerdo con Global Solar Atlas y tras investigaciones realizada, se confirmó que Venezuela tiene una radiación máxima de 6.4 kWh/m<sup>2</sup>, este potencial no se limita a algunas zonas, sino que es posible encontrarlo en todo el territorio venezolano, debido a la posición geográfica privilegiada con entre cuatro y seis horas de irradiación solar diaria y vientos de entre 8 y 9 metros por segundo en los más de 1.200 kilómetros de costas.

Estos datos indican que el país tiene un potencial significativo para generar energía solar debido a su ubicación geográfica. La energía solar puede ser una oportunidad clave para diversificar la matriz energética del país y la energía solar fotovoltaica en instalaciones que produzcan

electricidad utilizando módulos fotovoltaicos. En este contexto, el presente Trabajo Especial de Grado ha sido orientado al estudio de la factibilidad para la implementación de un sistema fotovoltaico en el edificio de Farmatodo, ubicado en San Carlos estado Cojedes. Para ello se evalúan las diversas tecnologías existentes para cada uno de los componentes que conforman un sistema fotovoltaico con conexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). El contenido de la investigación se encuentra estructurado de la siguiente manera:

**Capítulo I;** planteamiento del problema, formulación, la justificación, luego, se establecen los objetivos y el alcance y las limitaciones del mismo.

**Capítulo II;** relacionado a los antecedentes que sirven para la comprensión del objeto de estudio, así como las bases teóricas que lo sustentan, las bases legales que lo regulan, así como la definición de la terminología.

**Capítulo III;** hace referencia al tipo, diseño de investigación, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y las fases de cómo se desarrolló la investigación.

**Capítulo IV;** se emiten las conclusiones y recomendaciones.

Por último, se presentan las referencias consultadas y los anexos correspondientes.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según el Informe anual de la Agencia Internacional de Energía (AIE), se advierte que el planeta se encuentra en una crisis energética global sin precedentes en la historia de la humanidad, en el documento se detalla que la disponibilidad de combustibles fósiles ha llegado a su fin, y las energías renovables no van poder cubrir el vacío energético que estos están dejando. La generación eléctrica es un tema de gran importancia para cualquier país debido al impacto en la vida cotidiana de los ciudadanos y en el desarrollo económico de este.

Por su parte, la Agencia Internacional de la Energía (2019), considera que las energías renovables son un importante auge en la vida cotidiana de todas las personas y afirma que América Latina es la región que genera la mayor proporción en el mundo más del 80% de esa energía se produce en represas hidroeléctricas. Venezuela fue considerada un país de avanzada en materia de electricidad, contó con una industria eléctrica fuerte (generación, transmisión y distribución) hasta los primeros cinco años del presente siglo. Sin embargo, en los últimos 15 años el país ha enfrentado una serie de desafíos en este sector y sobre esto, el informe de *enewable Energy and Jobs* (2019) publicó sobre la necesidad de abastecer a la sociedad venezolana con un servicio eléctrico óptimo.

En este contexto, el país tiene un significativo registro histórico al ser uno de los países pioneros en el desarrollo de la industria eléctrica mundial, el sistema de distribución de dicha energía comprende una serie de termoeléctricas. De acuerdo al mapa del Atlas Global de Energía Renovable (2023), Venezuela es uno de los países de Latinoamérica con mayor potencial para generar energía solar que ronda los 236 vatios por metro

cuadrado, solo 40 puntos por debajo del desierto de Atacama en Chile, la zona con mayor capacidad para la energía fotovoltaica en América; este potencial no se limita a algunas zonas, sino que es posible encontrarlo en todo el territorio venezolano, debido a la "posición geográfica privilegiada" con entre cuatro y seis horas de irradiación solar diaria y vientos de entre 8 y 9 metros por segundo en los más de 1.200 kilómetros de costas. Díaz (2022).

Según Guevara (2020), Venezuela depende en gran medida de casi el 80 % de la producción eléctrica del complejo hidroeléctrico entre las cuales se destacan por su capacidad las represas del Guri (Central Hidroeléctrica Simón Bolívar), Represa de Caruachi y Represa de Las Macagua, las cuales en los últimos años han mermado su capacidad productiva. Aunque las autoridades no han facilitado datos oficiales sobre el estado actual del sistema eléctrico, los analistas han especulado con que las líneas de transmisión de alta tensión de la presa de Gurí no están en condiciones óptimas. En este sentido, la administración del gobierno nacional responsabiliza al sector opositor del país y a países como Estados Unidos de ataques cibernéticos, sabotajes y, ataques electromagnéticos, mientras que los expertos y el sector opositor del país lo atribuyen a una falta de inversión, mantenimiento deficiente, y la fuga de talento.

En el año 2021, se planteó la creación de la Ley Orgánica de Energías Renovables No Convencionales y se propuso un sistema mixto para contar con distintas forma de suministro de energía eléctrico que impulsara una nueva cultura energética en el país. En la actualidad, dicha ley aún no se concreta y el Estado venezolano a través del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica y CORPOELEC continúa realizando los esfuerzos para implementar estrategias que permitan el desarrollo y la consolidación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y asegurar a toda la población un servicio eléctrico de forma estable, eficiente y confiable. La preocupante e irregular situación, sigue afectando la calidad de vida de los venezolanos; los



apagones, racionamientos y fluctuaciones de voltaje solo confirman que la nación continua atravesando una preocupante crisis energética. (ob Cit).

En opinión de Hernández (2003), la crisis se ha visto potenciada durante los períodos de sequía cuando disminuye el nivel de agua de las represas, las plantas son puestas a trabajar por encima de su capacidad. En el 2009, hubo un 15% menos de aporte de agua a la represa Gurí, en la región de Guayana, que a su vez se sumó a un incremento de más del 25% del promedio anual de “turbinaación” debido a que no se contó con la oferta energética de plantas termoeléctricas. Catorce años después (septiembre de 2023) existía una deficiencia aún en la producción de energía respecto a un consumo de unos 15,000 megavatios, teniendo una capacidad instalada de 36,000 pero solo se contó con una producción de 12,000.

En este panorama, la realidad de crisis eléctrica no escapa el estado Cojedes, los constantes cortes de suministro eléctrico, apagones ocasionan daños significativos a los diferentes usuarios de la región. En este contexto, Farmatodo pertenece a una cadena comercial mixta de productos y farmacias y en el estado Cojedes se encuentra ubicada en el municipio San Carlos, en la prolongación de la Av. Caracas con Av. José Laurencio Silva y Calle Urdaneta Lotes G y G2 de la Urbanización Rómulo Gallegos San Carlos estado Cojedes y presenta las siguientes coordenadas 9.662863205538475 y -68.58040834392065.



**Figura. 1.** Ubicación satelital de Farmatodo San Carlos estado Cojedes  
**Fuente:** Google Maps (2024)

Este comercio, al igual que otros de la región, se ha visto afectado por las constantes fluctuaciones del servicio eléctrico y para continuar con su operatividad comercial deben utilizar una planta eléctrica diesel la cual genera un alto consumo de combustible y lubricante para su funcionamiento; adicional a la contaminación al medio ambiente y los daños a los que están expuesto el personal de la sucursal por la contaminación sonora producida.

Ante esta realidad, el presente proyecto plantea un sistema de energía eléctrica sustentable a través de la instalación celdas fotovoltaicas en el edificio de Farmatodo sucursal San Carlos estado Cojedes. Por su ubicación geográfica respecto al sol, esta filial, cuenta con una posición privilegiada para la instalación de este tipo de sistema, en imagen satelital se obtuvo la posición geográfica del edificio respecto al sol y se evidenció que está dirigida al sur-este con un ciclo de radiación que inicia a las 7:00 a.m. y culmina a las 6:00 p.m. Dentro de este rango de 11 horas, se encuentran una alta emisión solar de forma directa que puede ser aprovechada para transformarla en energía eléctrica.



**Figura 2.** Vista satelital de Farmatodo sucursal San Carlos estado Cojedes

**Fuente:** (Sun locator, 2024)

Con estas ideas, la investigación propone el diseño de un sistema de abastecimiento de energía sustentable para el edificio de Famatodo a través de celdas fotovoltaicas. La finalidad es aprovechar la luz solar para inyectar potencia a la red local y abastecerlo de suficiente electricidad para que cumpla con la demanda que requieren sus operaciones comerciales. El abastecimiento representaría una alternativa en casos de emergencia eléctrica, además de minimizar el uso de la planta diesel para evitar la contaminación atmosférica y sonora. El proyecto se sustenta en la propuesta del desarrollo de la independencia energética que requiere el país, y pretende suministrar energías limpias a uno de los grandes comercios de la región. A partir de estas ideas, surgen las siguientes interrogantes:

¿Cual es el actual consumo eléctrico en la edificación de Farnatodo sucursal San Carlos Cojedes?

¿Cuál es el sistema de abastecimiento de energía eléctrica requerido con celdas fotovoltaicas?

¿Cuál es la factibilidad de aplicar un sistema de energía eléctrica con celdas fotovoltaicas en la edificación de Farnatodo sucursal San Carlos Cojedes?

### **Justificación**

El agotamiento de la energía no renovable es un inconveniente de gran magnitud, por lo que es importante establecer una solución donde se pueda garantizar un sistema efectivo, confiable, de calidad, que proporcione innovación y un costo moderado. Son muchos los beneficios que se pueden alcanzar, pero uno de los más importantes es que se puede aprovechar la energía inagotable del sol para convertirla en energía eléctrica; la implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica de Farnatodo sucursal San Carlos estado Cojedes traerá beneficio

ambiental, técnico, social, y económico. En este contexto, la justificación ambiental del proyecto propuesta de abastecimiento de energía eléctrica sustentable con celdas fotovoltaicas para la edificación del Farmatodo, viene dada por el abastecimiento de energía sustentable y la reducción del efecto contaminante que genera el uso de la planta de diésel.

La instalación del sistema eléctrico con celda fotovoltaica, requiere una extensión de ocho metros cuadrados aproximadamente; este tipo de sistema son absolutamente silenciosos, y la repercusión sobre la vegetación es nula, aporta a la disminución del efecto invernadero y de los efectos perjudiciales para las aves. Desde el punto de vista técnico, por su naturaleza y por el tamaño de la instalación tendría una reducción considerable en los costos. En cuanto a la justificación socio-económica, viene dada por la disminución del consumo de lubricantes de la planta diésel que abastece de energía cuando falla el suministro de la red nacional, es resistente a las condiciones climáticas extremas, y de los acumuladores de carga que utiliza para proveer el servicio hasta tres días consecutivos; el costo real de instalación aunque es significativo representa a largo plazo una gran inversión.

En relación a la línea de investigación, de acuerdo con la UNELLEZ (2019), se conforma a partir del enfoque cuantitativo no experimental, como referentes teóricos amplios que ordenan, orientan y desencadenan actividades de investigación en forma analítica reflexiva y aplicada. Está dirigida a la transformación de realidades sociales, producción y divulgación del conocimiento asociado al área de especialización. En el marco de esta perspectiva del conocimiento, como producto de la relación interpeladora entre la práctica concreta y la teoría pertinente en contextos sociales de análisis, se asume como referencia para el presente trabajo, la línea de investigación y formación Sostenibilidad Ambiental de los Asentamientos Humanos y la línea de creación intelectual: Energías Limpias y Hábitat.

## **I.2 Objetivos de la Investigación**

### **I.2.1 Objetivo general.**

Diseñar un sistema de abastecimiento de energía eléctrica sustentable con celdas fotovoltaicas para la edificación del Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes.

### **I.3.2 Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la situación actual del consumo de energía eléctrica en la edificación de Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes.
- Calcular el sistema de abastecimiento de energía eléctrica requerido con celdas fotovoltaicas.
- Determinar la factibilidad de aplicar el diseño de un sistema de energía eléctrica con celdas fotovoltaicas en la edificación del Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **Alcances**

Este Proyecto abarca el diseño de un modelo de abastecimiento de energía sustentable que permita mejorar el suministro de la red y contribuir con el cuidado del medio ambiente al utilizar energías limpias. El alcance no incluye la implementación y puesta en marcha del diseño, se analizará solamente la factibilidad económica financiera de aplicar el diseño en la cadena comercial Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes.

### **Limitaciones**

Las limitaciones del proyecto se presentan en el costo de los componentes del sistema (paneles solares, baterías, inversores, controlador de cargas) debido a que en Venezuela aún no es un país fuerte en el tema

de energías limpias y autosostenibles puesto que no se le da importancia a la generación de energía eléctrica por fuentes limpias o renovables, sino que se tiene inclinación por la generación de energía a partir de una hidroeléctrica o una termoeléctrica, las cuales presentan mayor afectación ambiental y dependen de recursos naturales no renovables.

**Tabla 1.**  
**Cronograma de Actividades**

ACTIVIDADES	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Definición del Tema y Área de Investigación.	■	■										
Diseño del Capítulo I.			■									
Visita a la Sede de Farmatodo San Carlos				■								
Diseño del Capítulo II					■							
Diseño del Capítulo III						■	■					
Visita a la Sede de Farmatodo San Carlos (Reunión Con el Gerente y Técnico.								■				
Visita a Sede de Farmatodo San Carlos e Inspección.									■			
Diseño del Capítulo IV.										■		
Plan Estratégico.											■	
Entrega del Trabajo Final												■

**Fuentes:** elaboración propia (2024)

### **Costos del proyecto.**

En la tabla 2 se muestran los costos estimados para ejecución del presente proyecto.

**Tabla 2.**  
**Costos estimados del proyecto**

ACTIVIDADES	MONTO EN \$
Visita a la Sede Farmatodo San Carlos.	18,00
Visita a la Sede Farmatodo San Carlos, Reunión con Gerente y	18,00

Técnicos.	
Visita a la Sede Farmatodo San Carlos Inspección.	18,00
Refrigerio.	15,00
Logística.	20,00
Total.	89,00

**Fuente:** elaboración propia (2024)

## **INSTITUCIÓN, INVESTIGADORES, ASESOR METODOLÓGICO Y TUTOR ACADÉMICO**

**-Institución:** Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”

**-Investigadores:** Ibarra, S. Diana, M. C.I: 19.722.563 y Pérez, L. Rafael, A. C.I: 21.561.083

**-Asesor metodológico:** MSc. Diego Pineda

**-Tutor académico:** Arq. Moreno Luis

### **Cronograma de actividades**

En el siguiente cuadro se muestra el tiempo de ejecución de la propuesta, en función a 12 semanas, tiempo para la ejecución de la propuesta estipulada por la casa de estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se muestra la descripción de los elementos teóricos entre ellos: los antecedentes, las bases teóricas que describe las definiciones y el marco legal que sustenta el proyecto.

#### **ANTECEDENTES**

Para comenzar con los estudios consultados, se tiene a Grijalva y Otros (2020), quienes realizaron una investigación titulada: Estudio e implementación de un sistema fotovoltaico aplicado a Luminarias: Caso de Estudio Unidad Educativa Dr. Francisco Falquez Ampuero ubicada en la ciudad de Guayaquil en Ecuador. El trabajo tuvo como objetivo implementar un sistema fotovoltaico mediante la utilización de paneles solares a fin de proveer a la institución de un abastecimiento eléctrico seguro. Entre las ventajas que presentó la investigación estuvo el uso de sistemas de naturaleza ecológica y amigable con el ambiente. Los resultados del estudio permitieron concluir que el sistema de paneles solares tiene una capacidad de almacenamiento de 16.563 kW al año lo que aporta a la institución una independencia del sistema eléctrico por un periodo superior a 8 horas.

Entre las conclusiones obtenida en el trabajo estuvieron que el diseño de este tipo de sistema eléctrico, representa un importante ahorro económico y mejora de la electricidad de la institución al obtener mayor recepción de energía solar para un consumo eléctrico y una reducción en la contaminación ambiental estimada de 125 kg de CO por cada hora de funcionamiento del sistema fotovoltaico propuesto. Analizó el impacto económico, social y ambiental que produce el funcionamiento de los paneles solares, al igual que en la investigación se demuestra que dicha implementación genera un impacto positivo en edificaciones que prestan servicio a múltiples usuario.



Por su parte, Mendoza (2019), presentó un trabajo titulado: Diseño de sistema alternativo para abastecimiento eléctrico en viviendas a través de celdas fotovoltaicas, la investigación se realizó como requisito para optar al grado de Ingeniero Civil en la UNELLEZ VIPI. El objetivo fue diseñar un sistema alternativo de abastecimiento eléctrico para viviendas a través de celdas fotovoltaicas; la metodología utilizada fue la investigación descriptiva bajo la modalidad de proyecto factible; los resultados arrojaron que el proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica, esta consigue que parte de sus electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo que permiten ajustar los picos de demanda de consumo eléctrico con los picos de generación.

Entre las recomendaciones de este trabajo estuvieron que los paneles fotovoltaicos generalmente no requieren de gran mantenimiento, pero se debe tener presente que la superficie del panel esté siempre limpia y libre de sombras (árboles u otro obstáculo que impida la incidencia directa de la luz sobre el panel). Para el caso de la batería, si es del tipo de plomo-ácido no sellada, debe controlarse el nivel del líquido una vez al año. Además se debe evitar que los bornes de conexión se sulfaten e instalar la batería en lugares suficientemente sombreados.

Seguidamente se presenta como antecedente el trabajo de Aguirre (2023), quien desarrolló una investigación titulada: Implementación de celdas fotovoltaicas como fuente de energía alternativa en la jefatura del PCBA de la UNELLEZ VIPI. El objetivo principal fue proponer un sistema solar fotovoltaico destinado a proveer de energía renovable al Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas (PCBA) de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ),

ubicada en el municipio Ezequiel Zamora estado Cojedes. El trabajo se realizó con un enfoque de diseño no experimental a nivel descriptivo-evaluativo de campo, sustentado en una investigación documental.

De esta manera, los tres antecedentes de investigación presentados son útiles para el desarrollo del proyecto debido a su utilidad en la implementación de diseños de sistemas fotovoltaicos y aprovechamiento de la energía renovable con el fin de mejorar el abastecimiento eléctrico en hogares y comercios en los cuales se adapta. Se consideró la relación que existe en el desarrollo de los estudios anteriores que presentan la utilización parcial o total de una misma metodología.

## **BASES TEÓRICAS**

Las bases teóricas presentan los conceptos y teorías más importantes acerca del tema de energía eléctrica, además de los enfoques sustentados en la investigación permitiendo el incremento del conocimiento acerca del mismo; Este elemento Tamayo y Tamayo (2001), lo define: “Es cuando el investigador selecciona los elementos que a su inicio son representativos, esto influye en que lo que se quiere estudiar, exige un conocimiento previo para sustentar lo que se investiga”. En definitiva, las bases teóricas son el conjunto de proporciones teóricas interrelacionados que fundamentan y explican aspectos significativos de tema o problema de estudio y lo sitúan dentro de un área específica o determinada del conocimiento.

### **Energía**

La energía según Brinkworth (1981), es un concepto asociado al movimiento en general y una de las definiciones más complejas que el hombre ha pretendido establecer, está en todas partes, desde el micro-entorno hasta el sistema solar. Para comprender el papel de la energía en la ciencia se puede partir de la definición de trabajo, que representa en física “el movimiento de un objeto por la acción de la fuerza”. La energía está presente

en todas las actividades humanas y su disponibilidad es un requisito indispensable para el desarrollo de los pueblos, la energía eléctrica es uno de los mayores descubrimientos de la humanidad y a su vez el pilar fundamental para el progreso tecnológico y social del siglo XXI.

Debido al crecimiento de la población, se ha emprendido la búsqueda de nuevas fuentes de energía, y nuevos sistemas de producción eléctrica, basados fundamentalmente en el uso de energías renovables, las cuales son las que se derivan de la energía que el sol envía de forma continua a la tierra, se pueden recuperar bajo diferentes formas: radiación solar, viento, movimiento de aguas, etc. Desde la utilización del fuego para el calentamiento y cocción de alimentos de los primeros habitantes, pasando por el uso de la propia energía muscular del hombre y de los animales, la energía del viento: barcos a vela y molinos de viento; la energía del agua o hidráulica: molinos de trigo y otros cereales, hasta la de la sociedad actual altamente dependiente de los combustibles fósiles: petróleo, gas natural y carbón, para su funcionamiento.

La producción, transformación y consumo de energía motorizan el sistema de producción; prácticamente no hay ningún tipo de actividad humana orientada a satisfacer la producción de bienes y servicios que no necesite del impulso de algún tipo de energía. Así el sistema de producción depende de la energía para su funcionamiento, pero además, depende también de otros recursos naturales para poder producir los bienes finales.

### **Energía Sustentable**

Según Posso (2008), la energía sustentable es una forma de energía que satisface la demanda de energía sin poner en riesgo de caducidad y que puede usarse una y otra vez, no causa ningún daño al medio ambiente, todas y cada una de las fuentes de energía renovables, como la solar, la eólica, la geotérmica, la hidroeléctrica y la oceánica, son sustentables y están libres abundantemente. Existen muchas formas de fuentes de energía sustentables

que pueden ser incorporadas por los países, no causan ningún daño al medio ambiente, aparte de las fuentes más consideradas -la eólica, la solar y la hidráulica- asimismo están la bioenergía y la energía geotérmica.



**Figura 3.** Energía sustentable.  
**Fuente:** Grupo Sol TSOI, S.A., 2011

### **Energías renovables en Venezuela**

La Organización de las Naciones Unidas (ONU. 2020) define las energías renovables como energía derivada de fuentes naturales que, a su vez, se reponen a un ritmo mayor del que se consumen. Entre estas fuentes que se reabastecen por la naturaleza se encuentran la hidráulica (de los ríos), la solar (del sol), la eólica (del viento), la biomasa (de la materia orgánica), la geotérmica (del interior de la Tierra) y la oceánica (de las mareas y las olas).

En nuestro país, los sistemas de energías renovables demuestran un grado de madurez bien significativo y de ventajas que hoy posibilitan la electrificación de forma autónoma o integrada, segura y ecológicamente sostenible en zonas y regiones remotas, donde la oscuridad aún mantiene a más de un tercio de la población mundial al margen del bienestar económico y social. El impacto de las energías renovables en aplicaciones como la solar fotovoltaica y la eólica, ha sido de tal magnitud que se ha adoptado como una de las políticas más viables para acortar la brecha de la exclusión e

incorporar a las zonas más pobres y vulnerables del disfrute de servicios energéticos básicos, en regiones que históricamente han estado desligadas del progreso y productivo.

### **Sistema Solar**

Según la coordinación de energía renovables (2008), la energía solar es la energía que proviene del sol y que se puede captar gracias a la radiación solar. Esta fuente de energía representa la principal fuente energética del planeta. La tierra recibe del sol una cantidad de energía anual de aproximadamente 1.6 millones de Wh de los cuales solo un 40% es aprovechable, una cifra que representa varios cientos de veces la energía que se consume actualmente en el mundo, es una fuente de energía descentralizada, limpia e inagotable.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales División de Ingeniería, 2022), en su publicación notas sobre el curso de Energía Solar, define la energía renovable a “la que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible (en la tierra) no disminuye a medida que se aprovecha. Para tener un esquema de desarrollo sustentable es indispensable que la mayoría de los recursos, y particularmente la energía, sean del tipo renovable”. Para el aprovechamiento de la energía solar, se requiere de la utilización de dispositivos que capten la energía proveniente del sol y la transformen en otras formas de energía como lo son, la conversión fototérmica y la conversión fotovoltaica. La tendencia actual es la utilización de las energías limpias o renovables, las de mayor demanda son:

- a. **Métodos indirectos:** este es mediante el calentamiento de fluidos, que pueden ser agua, sodio, sales fundidas entre otros, para convertirlos en vapor, el cual mueve un alternador y produce electricidad. La producción de la electricidad se realiza mediante un

ciclo térmico convencional, al igual que una central térmica alimentada con combustibles fósiles.



**Figura 4.** Captación de energía solar y transformación fotovoltaica  
**Fuente:** Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (2002)

b. **Métodos directos:** en este se obtiene electricidad mediante la utilización de celdas solares las cuales pueden estar o no conectadas a la red eléctrica, a los que se les denomina sistemas aislados.

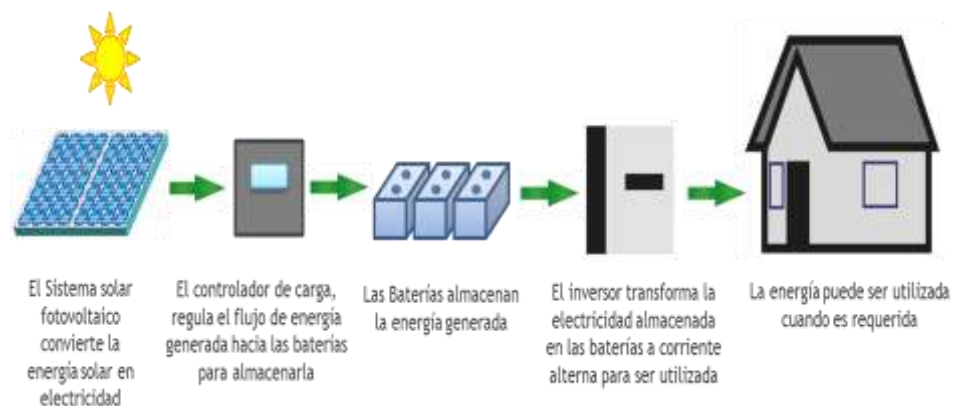


**Figura 5.** Energía solar fotovoltaica  
**Fuente:** Grupo Sol TSOI, S.A., 2011  
**Sistemas Fotovoltaicos**

De acuerdo a la teoría descrita por Méndez y Otros (2007), un sistema fotovoltaico es el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y

transformarla en utilizable como energía eléctrica, la carga eléctrica determina el tipo de componentes que deberán utilizarse en el sistema.

En el mismo orden antes mencionado, los componentes fotovoltaicos encargados de realizar las funciones respectivas son: el módulo o panel fotovoltaico, la batería, el regulador de carga, el inversor, las cargas de aplicación (el consumo); en instalaciones fotovoltaicas pequeñas es frecuente, además de los equipos antes mencionados, el uso de fusibles para la protección del sistema. En instalaciones medianas y grandes, es necesario utilizar sistemas de protección más complejos y, adicionalmente, sistemas de medición y sistemas de control de la carga eléctrica generada.



**Figura 6.** Componentes del sistema fotovoltaico

**Fuente:** (Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica, 2002)

### Tipo de sistemas fotovoltaicos

**a) Sistemas aislados:** tiene como objeto satisfacer total o parcialmente la demanda de energía eléctrica de aquellos lugares donde no existe red eléctrica de distribución o es de difícil acceso. Los sistemas aislados normalmente están equipados con sistemas de acumulación de energía, es decir baterías, ya que solo pueden proporcionar energía durante el día la demanda se produce a lo largo del día y de la noche. Esto implica que el campo fotovoltaico debe estar dimensionado de forma

que permita durante las horas de insolación la alimentación de la carga y la recarga de las baterías de acumulación donde los módulos fotovoltaicos envían la energía a un regulador y posteriormente distribuida a las baterías y al proceso correspondiente que presenta el consumo ya sea en corriente continua o directa. La acumulación es necesaria la demanda de energía mayor se concentra en las horas de la tarde y la noche.

La rentabilidad de los sistemas fotovoltaicos autónomos viene condicionada por su competitividad frente a otras opciones de red eléctrica grupos electrógenos principalmente. Puede darse que en las aplicaciones actuales se cumplen las características siguientes: necesidades energéticas, baja y lugares alejados a la red. Entre estas aplicaciones hay que destacar, por el número de instalaciones realizadas, los sistemas de electrificación rural de zonas aisladas y lo sistemas para telecomunicaciones.

**b) Sistemas de Conexión a red:** los sistemas conectados a la red no tienen sistemas de acumulación ya que la energía producida durante las horas de insolación es canalizada a la red eléctrica. Estas instalaciones cuentan con sistemas de seguimiento del estado de la tensión de la red de distribución, de manera que, se garantice el correcto funcionamiento de las mismas en lo referente a la forma de entregar la energía, tanto en modo como en tiempo evitando situaciones peligrosas. Por otra parte, se eliminan las baterías que son la parte más cara y compleja de una instalación (ciclos de carga, vida útil, mantenimiento, etc.) compuesta por módulos que pueden conectarse eléctricamente en serie a fin de lograr el voltaje y la corriente requerida.

**c) Sistemas híbridos o Mixtos:** en algunos casos el sistema fotovoltaico aislado se puede complementar con otro fin de tener mayores garantías de disponer de electricidad. Cuando un sistema fotovoltaico además del generador incorpora otro generador de energía se denomina



sistema híbrido. Estas combinaciones se dan para aprovechar algún recurso energético localizado cerca de la instalación. Méndez y Otros (2007).



**Figura 7.** Tipo de instalaciones fotovoltaicas.

**Fuente:** (Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica, 2002)

### **Celdas Fotovoltaicas**

Tal como lo señala BUN-CA (2001), una celda fotovoltaica “es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos Materiales”. Son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado, tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual aumenta el costo del proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas. Generalmente una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un vatio a plena luz del día, normalmente son de color azul oscuro y la mayoría de los paneles fotovoltaicos constan de 36 celdas fotovoltaicas.

Las celdas fotovoltaicas, se componen por capas de semiconductores, que están dopados para formar la parte positiva y la parte negativa para dar lugar a la formación del campo eléctrico, pueden ser tipo “p” o tipo “n”, la razón para usar estos materiales, es que a bajas temperaturas funcionan como aislantes y al aumentar la temperatura como conductores. Las células solares están fabricadas con dos o más capas de semiconductores, entre las cuales, se forma un campo eléctrico suficiente como para separar las cargas de signo diferente y permitir la generación de corriente cuando reciben radiación luminosa.

Su estructura básica es una oblea de silicio contaminada con pequeñas cantidades de fósforo y boro para crear en su superficie frontal un campo eléctrico interno. Se deposita por impresión en ambas caras un enrejado de plata y/o aluminio que se utilizan como electrodos para extraer la corriente eléctrica generada en el interior de la celda. La celda tiene un recubrimiento anti reflejante para hacerla oscura y que atrape más luz. El 80% de la luz absorbida se convierte en calor, el 20% restante transfiere la energía a los electrones de los átomos de silicio en forma análoga a una bola de billar cuando choca con otra, los electrones son liberados del átomo y pueden moverse en la oblea.

El campo eléctrico atrae los electrones a la superficie de la celda y se acumulan ahí, dando como resultado un voltaje medible exteriormente, lo que produce el efecto fotovoltaico. En las células fotovoltaicas lo más común es utilizar como elemento semiconductor el silicio. Las hay de silicio monocristalino, policristalino y amorfo como lo muestra la Fig.8 a continuación:



**Figura 8.** Celda Fotovoltaica BiMAX 625W N-Type TOP Con Bifacial Double-Glass Solar

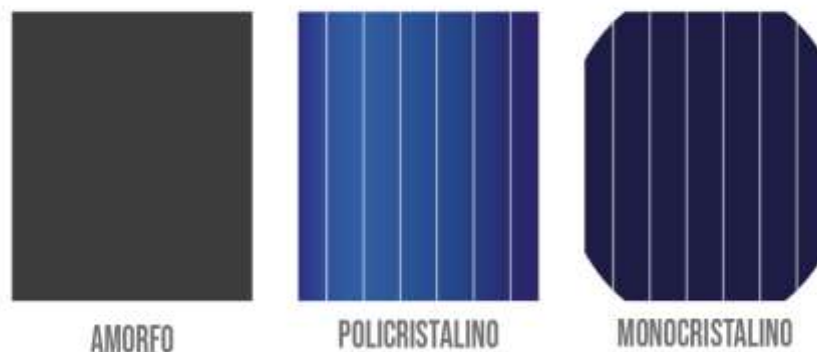
**Fuente:** Grupo Sol TSOI, S.A., 2011

### **Tipos de celdas fotovoltaicas**

Méndez y Otros (2010) definen cuatro tipos de celdas fotovoltaicas y hacen referencia a los rendimientos de cada una de ellas:

- **Celdas Esféricas:** están compuestas por pequeños corpúsculos de silicio como gotas de silicio consiste en una matriz de pequeñas células solares esféricas capaces de absorber la radiación solar en cualquier ángulo.
- **Celdas Mono Cristalinas:** se componen de secciones de único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular o hexagonal). Poseen un rendimiento energético de 15-14%.
- **Celdas Amorfas:** cuando el silicio no se ha cristalizado poseen un rendimiento energético menor del 10%

### TIPOS DE PANELES SOLARES



**Figura 9.** Tipo de paneles solares.  
**Fuente:** Grupo Sol TSOI, S.A., 2011

## MARCO LEGAL

Según Pérez (2009), el marco legal comprende el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, entre otras publicaciones oficiales, donde se establece el basamento jurídico sobre el cual se sustenta cualquier protocolo investigativo. En el presente trabajo de investigación se fundamenta bajo el siguiente marco legal:

### **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)**

De acuerdo a la CRBV en su artículo 112 de los Derechos Económicos, el Estado garantizará 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 una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

En lo que respecta a la Ley de Reforma de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, el artículo 1, resalta que el objeto de la presente Ley es “establecer las instituciones, normas y lineamientos de las políticas, y los órganos y entes que permitan garantizar a los trabajadores y trabajadoras, condiciones de seguridad, salud y bienestar en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio pleno de sus facultades físicas y mentales, mediante la promoción del trabajo seguro y saludable y la prevención de los accidentes.

Por su parte, la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, establece en su artículo 5 “La prestación del servicio eléctrico se rige bajo los siguientes principios (...) Sustentabilidad ambiental (...) Uso racional y eficiente de los recursos (...) Diversificación del uso de las fuentes de energía primarias (...) Utilización de fuentes alternativas de energía”. De igual forma, el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ratifica su voluntad de trabajar para disminuir la contaminación ambiental, específicamente la causa por los gases de los combustibles, que cada día destruye más la capa de ozono, es por ello que el uso de energías alternativas representan una opción para contribuir con la no emisión de gases efecto invernadero.

### **Ley del Plan de la Patria. Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2019-2025**

**Objetivo histórico 5.1.6.1.** El objetivo histórico número cinco del plan destaca: “contribuir con la preservación de la vida en el planeta y la salvación de la especie humana”, así como “impulsar la generación de energías

limpias, aumentando su participación en la matriz energética nacional y promoviendo la soberanía tecnológica”.

**En el 5.1.6.2:** aumentar la generación de energía solar mediante la instalación de fábricas de paneles solares, que atiendan prioritariamente la demanda energética de las poblaciones aisladas”.

## **DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

**Amperio:** unidad que mide la intensidad de una corriente eléctrica. Su abreviatura es A, y su nombre se debe al físico francés André Marie Ampere.

**Baterías:** dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente se recarga en su totalidad.

**Carga:** dispositivos que consumen energía en un sistema fotovoltaico.

**Célula fotovoltaica:** dispositivo capaz de convertir energía solar en electricidad.

**Corriente alterna:** corriente eléctrica cuya magnitud y dirección varían cíclicamente.

**Corriente directa:** es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. Esto implica un flujo de carga que siempre fluye en una sola dirección.

**Energía fotovoltaica:** es la transformación directa de la radiación solar en electricidad.

**Hora solar pico:** energía proporcionada por el Sol a una irradiación de 1000 W/m<sup>2</sup> durante una hora.

**Inversor:** dispositivo capaz de convertir corriente continua en corriente alterna.

**Irradiación:** es la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

**Módulo o Panel Fotovoltaico:** es el conjunto formado por las distintas células fotovoltaicas interconectadas, encapsuladas y protegidas por un vidrio en su cara anterior y por un marco por los laterales. El módulo está provisto de terminales para su conexión a la instalación.

**Semiconductor:** es un elemento que se comporta como un conductor o como aislante dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre.

**Voltio (V):** el voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un amperio utiliza un vatio de potencia. Unidad del Sistema Internacional.

**Vatio (W):** es la unidad que mide potencia. Se abrevia W y su nombre se debe al físico inglés James Watt.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico según Sabino (2009) es “situar el problema de estudio dentro de un conjunto de conocimientos con fundamentación sólida y confiable, que permite orientar la búsqueda de la consecución de los objetivos y a su vez ofrezca una conceptualización adecuada de términos” (p.70). De acuerdo a este autor, la metodología es una de las etapas de la investigación que implica la elaboración y formulación de un modelo operativo que propone un diseño de investigación. De esta manera, el presente trabajo se desarrolla desde el paradigma cuantitativo que aborda la realidad objetiva de manera secuencial y probatoria, cada etapa precede a la siguiente, siendo el orden de cada una de las fases a través de un proceso metódico y riguroso.

#### **3.1 Diseño Tipo y nivel de la investigación**

El estudio se realiza a través de una investigación no experimental que permiten observar los fenómeno tal y como se presentan, el investigador no realiza experimentación sino un registro del estado de las categorías sin manipular las mismas. A su vez, corresponde a un proyecto factible, con un diseño de campo con nivel descriptivo. Desde este enfoque, los trabajos denominado proyectos factibles, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2005), la define en su Manual de Presentación de Trabajos de Grado como “...la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales...” (p.21).

También se ubica como una investigación proyectiva, porque conduce a inventos, programas, diseños o creaciones dirigidas a cubrir una determinada necesidad y basada en conocimientos anteriores. En este caso, la finalidad



es satisfacer la necesidad de obtener energía solar fotovoltaica en la edificación de Farmatodo sucursal San Carlos estado Cojedes.

Según la forma en la que se obtuvieron los datos, la investigación es de campo, al respecto Balestrini (2010), señala que “es una relativa y circunscrita área de estudios a través de las cuales los datos se recogen de manera directa de la realidad en un ambiente natural”. En el proyecto, se obtuvieron datos primarios en su realidad natural: observando, entrevistando e interrogando a las personas vinculadas con el problema de investigación. Se entrevistó al gerente de la sucursal y se obtuvo información del consumo eléctrico promedio de la edificación y a partir de allí, se seleccionaron perfiles de consumo eléctrico para diseñar el sistema de generación fotovoltaica de acuerdo a la necesidad eléctrica del comercio.

Por otra parte, el método de la investigación, fue el descriptivo, en opinión de Fernández y Otros (2006), “los estudios descriptivos, buscan especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. De esta manera, la investigación dentro del contexto y autor estudiado, se orientó a la descripción de los requerimientos necesarios para el desarrollo del prototipo del sistema eléctrico con celdas fotovoltaicas.

### **3.2 Población y Muestra**

La presente investigación realiza el diseño de un sistema alternativo de abastecimiento eléctrico para la cadena mixta comercial Farmatodo sucursal San Carlos estado Cojedes a través de celdas fotovoltaicas, por lo que la población y la muestra de estudio no se consideran como base en esta investigación.

### **3.3 Técnica e instrumentos de Recolección de Datos**

Para Palella y Martins (2008), “una vez realizado el plan de investigación y resuelto el problema que se plantea, empieza el contacto

directo con la realidad objeto de la investigación o trabajo de campo” (p.126). Para obtener los datos para el proyecto, se utilizó la técnica de la observación directa, que en opinión de Zapata (2016), es “un procedimiento que utiliza el investigador para presenciar directamente el fenómeno que estudia sin actuar sobre él, esto es, sin modificarlo o realizar cualquier tipo de operación que permita manipular”. (p. 145); en este sentido, se observó los elementos del fenómeno que se pretende investigar (edificación de Farmatodo, ubicación respecto al sol, componentes auxiliares de cargas eléctricas, cálculo de las cargas por áreas), los resultados se consideran datos estadísticos originales.

De igual manera, se utilizó la técnica de la entrevista, definida por Hurtado, J. (2000, p.461), como la interacción verbal entre dos o más personas. Es una conversación, en la cual, una persona (el entrevistador) obtiene información de otras personas (entrevistados) acerca de una situación o tema determinado con base a ciertos esquemas o pautas. En el proyecto, se utilizó la entrevista informal en forma de conversación con el gerente de la sucursal de la cadena Farmatodo, quien tiene el conocimiento y manejo directo de la situación eléctrica del edificio.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, Sabino (1992), lo define como “cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer la información”. Para la información necesaria referida al abastecimiento de energía eléctrica, se aplicó un cuestionario, relaciones matemáticas y hojas de cálculo de Excel.

### **3.4 Análisis de Datos**

El análisis de datos según Balestrini (2006), "implica el establecimiento de categorías, ordenación y manipulación de los datos para resumirlos y poder sacar algunos resultados en función de las interrogantes de la investigación" (p.169). De la misma manera, Arias (2006), lo refiere como "la

técnica dirigida a la cuantificación y clasificación de las ideas de un texto, mediante categorías preestablecidas" (p. 77). Para el análisis y procesamiento de datos del presente proyecto, se utilizó el programa de Microsoft Excel, lo cual brindó la automatización de la información y su manejo para presentarlo en tablas.

### **3.5 Evaluación y selección de alternativas**

Luego de haber realizado los estudios pertinentes, se evalúan las diversas alternativas, de forma tal de seleccionar el mejor diseño y material para el abastecimiento de energía sustentable con celdas fotovoltaicas que permitan la instalación de paneles solares y un sistema de captación y almacenamiento de energía y reúnan las mejores características técnicas, económicas y operativas para obtener así el resultado más factible y confiable posible.

### **3.6 Procedimiento de la investigación**

Gómez, citado por Martínez et al. (2020), expuso que las fases o etapas para desarrollar el proyecto factible son "diagnóstico, factibilidad, diseño de la propuesta, ejecución y evaluación, haciendo énfasis que el diagnóstico es reconstrucción del objeto de estudio y detectar situaciones donde se ponga de manifiesto la necesidad de realizarlo" (p. 15). De esta manera, la realización de este proyecto comprende las siguientes fases:

**Fase I:** para la ejecución de esta fase, es necesaria una visita a la sucursal de Farmatodo, en la cual se realizará la observación directa de la estructura física, así como también la inspección y cálculo del consumo de energía verificando cuantos artefactos, tomacorrientes y luminarias existen en cada área del edificio. A partir de aquí, constatar cuánto es el consumo en watts para realizar la sumatoria y estimar el consumo de wh/día.

**Fase II:** Una vez obtenido los cálculos necesarios de las cargas por áreas del edificio de Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes, se procederá a

realizar el diseño conceptual de la propuesta de abastecimiento de energía eléctrica con celdas fotovoltaicas a través del cálculo del sistema fotovoltaico; se seleccionarán los componentes más adecuados para el comercio objeto del estudio, teniendo en consideración que el diseño de la propuesta busca cubrir la demanda del consumo total del edificio.

**FASE III:** por último se realizará la evaluación económica del proyecto, con la intención de observar la factibilidad de ejecución del mismo de forma de establecer parámetros financieros para la ejecución de su implementación. Esta fase, también orientará la factibilidad técnica, social y ambiental de la propuesta.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

El análisis de los resultados presentado por los autores del proyecto, permite clarificar la situación planteada. Al respecto, Hurtado (2000), afirma: “que análisis es un proceso que involucra la clasificación, el procesamiento y la interpretación de la información a partir de los datos obtenidos, la finalidad del análisis es llegar a conclusiones precisas y específicas en relación al evento de estudio y dar respuesta a los objetivos de la investigación”. A continuación se presentan los resultados alcanzados producto del trabajo de campo y la utilización de diversas técnicas e instrumentos. Este proceso permitió presentar el diseño de abastecimiento de energía eléctrica sustentable en la edificación del Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes considerando el uso de celdas fotovoltaicas.

#### **4.1 Descripción de las cargas por áreas**

En el cumplimiento de la I Fase, se procedió aplicar la técnica de la observación directa y como instrumento registro de relaciones matemáticas y el programa Microsoft Excel. El análisis estadístico que representan los datos primarios del consumo de energía de las diferentes áreas de Farmatodo sucursal San Carlos dará respuesta al objetivo número 1; de esta manera, se constataron las cargas eléctricas de las diferentes áreas del edificio:

- Descansó
- Kitchenette
- Lavamopas
- Recepción de medicamentos
- Baños públicos
- Administración

- Farmacia
- Garita
- Auto servicio
- Depósito
- Rincón de dulce
- Zona de cajas
- Área central
- Cuarto de jardinería
- Cuarto de bombas
- Área de cosméticos
- Aires acondicionados
- Iluminación externa

Se procedió a realizar una estimación de la cantidad de cargas eléctricas presentes en los diferentes espacios, además de medir su respectiva potencia y consumo de energía. Esta medición se llevó a cabo bajo la inspección de que todos los espacios estuviesen en funcionamiento en el momento del análisis.

#### **4.2 Análisis de cargas del edificio de Farmatodo**

Se realizó un análisis de todas las cargas eléctricas del comercio, con su demanda de potencia y tiempo de operación, para estimar el consumo diario de energía del sistema de la edificación de Farmatodo. Las cargas no operan de manera continua, por lo tanto, se hizo indispensable determinar el tiempo de operación de cada una de ellas que dependía del ciclo de trabajo de la cadena comercial, algunas áreas trabajan con ciclos de operación programados (prendido-apagado), en donde el tiempo de operación es el porcentaje de tiempo diario en el cual se encuentra encendido, mientras que otras son manipuladas manualmente por los empleados.

**Tabla. 3**  
**Carga áreas de descanso**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia en (W)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	1	14	5	70	14
Tomacorrientes	1	150	0	0	150
<b>SUMATORIA</b>				<b>70</b>	<b>164</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 4**  
**Cargas de Áreas de Kitchenette**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	2	14	12	336	28
Tomacorrientes doble	8	150	0	0	1200
Tv	1	250	2	500	250
Nevera	1	350	24	8400	350
Microondas	1	800	1	800	800
<b>SUMATORIA</b>				<b>10036</b>	<b>2628</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 5**  
**Cargas del Áreas de Lavamopas**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas Empotradas	1	6	7	42	6
<b>SUMATORIA</b>				<b>42</b>	<b>6</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 6**  
**Cargas de Áreas de Recepción de Medicamentos**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas (fluorescentes)	3	18	24	1296	54
Tomacorrientes	5	150	0	0	750
<b>SUMATORIA</b>				<b>1296</b>	<b>804</b>

Fuente: elaboración propia (2024)



**Tabla. 7**  
**Cargas de Áreas de Baños Públicos**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	6	14	24	2016	84
Tomacorrientes Secador de Manos	2	150	2	600	300
<b>SUMATORIA</b>				<b>2616</b>	<b>384</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 8**  
**Cargas del Áreas de la Oficina de Administración**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	2	18	24	864	36
Computadora	4	150	18	10800	43200
Impresora	1	350	3	1050	1050
Tomacorrientes	5	150	0	0	750
<b>SUMATORIA</b>				<b>12714</b>	<b>786</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 9**  
**Cargas de áreas de Atención Farmacéutica**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	2	18	24	864	36
Computadora	1	150	18	2700	150
Impresora	1	350	3	1050	350
Tomacorrientes	2	150	0	0	300
<b>SUMATORIA</b>				<b>4614</b>	<b>336</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 10**  
**Cargas del Área de Farmacia**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	22	18	24	9504	396
Computadora	5	150	18	13500	750
Impresoras	5	350	3	5250	1750
Tomacorrientes	1	150	0	0	150
<b>SUMATORIA</b>				<b>28254</b>	<b>2896</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 11**  
**Cargas del Área de de Garita**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	1	14	24	336	14
Tomacorrientes	1	150	0	0	150
<b>SUMATORIA</b>				<b>336</b>	<b>164</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 12**  
**Cargas del Área de Autoservicio**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	2	18	24	864	36
Nevera	1	350	24	8400	350
Tomacorrientes	4	150	0	0	600
<b>SUMATORIA</b>				<b>9264</b>	<b>636</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 13**  
**Cargas del Área de Depósito**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	6	18	24	2592	108
Tomacorrientes Dobles (neveras conectadas)	3	695	24	50040	2085
<b>SUMATORIA</b>				<b>52632</b>	<b>2193</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 14**  
**Cargas del Área del Rincón del Dulce**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas lámpara ojos pequeños**	15	15	24	5400	225
Luminarias Internas ojos grandes**	6	18	24	2592	108
Tomacorrientes	2	150	0	0	300
Tomacorrientes especial	2	180	0	0	360
<b>SUMATORIA</b>				<b>7992</b>	<b>993</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 15**  
**Cargas del Área de Zona de Cajas**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	8	15	24	2880	120
Computadora	5	150	18	13500	67500
Impresora	5	350	3	5250	26250
Tomacorrientes dobles	15	150	0	0	2250
<b>SUMATORIA</b>				<b>21630</b>	<b>18515</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 16**  
**Cargas del Área Central**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	63	18	24	27216	1134
Tv 32"	1	115	12	1380	115
Lectores de QR	3	80	18	4320	240
Tomacorrientes Dobles	21	150	0	0	3150
<b>SUMATORIA</b>				<b>32916</b>	<b>4639</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 17**  
**Cargas de Áreas Externas**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Reflectores Techo	6	200	12	14400	1200
Luminarias Empotradas (techo)	30	3	12	1080	90
Tomacorrientes Techo (Letrero)	2	220	12	5280	440
<b>SUMATORIA</b>				<b>20760</b>	<b>1730</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 18**  
**Cargas del Área de Baños Internos**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	4	18	24	1728	72
<b>SUMATORIA</b>				<b>1728</b>	<b>72</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 19**  
**Cargas del Área del Departamento de Jardinería**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	1	18	8	144	18
Tomacorrientes	1	150	0	0	150
<b>SUMATORIA</b>				<b>144</b>	<b>168</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 20**  
**Cargas del Área de Bomba**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Fluorescente	2	18	12	216	36
Tomacorrientes	1	150	0	0	150
Bomba 2PH	1	1.500	12	18000	1500
Bomba 2PH	1	1.500	2	3000	1500
Bomba 3PH	1	2.200	2	4400	2200
Bomba 10PH	1	4.300	2	8600	4300
<b>SUMATORIA</b>				<b>34216</b>	<b>9686</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 21**  
**Cargas del Área de Cosméticos**

CARGAS C.A					
Descripción de las cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias Internas	63	18	24	432	1134
Tomacorriente	3	150	0	0	450
<b>SUMATORIA</b>				<b>432</b>	<b>1584</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 22**  
**Cargas de zona de Aires Acondicionados**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Equipo acondicionador de Aire de 10 ton	5	14600	24	350400	73000
<b>SUMATORIA</b>				<b>350400</b>	<b>73000</b>

Fuente: elaboración propia (2024)



**Tabla. 23**  
**Cargas de Luminaria Externa**

CARGAS C.A					
Descripción de las Cargas	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de operación estimado (h/día)	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Luminarias POSTE SATELITE SIMETRICA LED	53	88	12	55968	4664
Luminarias POSTE COBRA LED	8	157	12	15072	1256
<b>SUMATORIA</b>				<b>71040</b>	<b>5920</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

**Tabla. 24**  
**Total de Cargas de las áreas del edificio de Farmatodo**

Totalización de Cargas		
ÁREA	Consumo estimado de energía (Wh/día)	Pcorregida (W)
Área de descanso	70	164
Kitchenette	10036	2628
Lavamopas	42	6
Recepción medicamentos	1296	804
Baños públicos	2616	384
Administración	12714	786
Atención farmacéutica	4614	336

Farmacia	28254	2896
Garita	336	164
Autoservicio	9264	636
Depósito	52632	2193
Rincón del dulce	7992	993
Zona de cajas	21630	18515
Área central	32916	4639
Áreas externas	20760	1730
Baños internos	1728	72
Cuarto de jardinería	144	168
Cuarto de bombas	34216	9686
Área de cosméticos	432	1584
Aires acondicionados	350400	73000
Iluminación externa	71040	5920
<b>SUMATORIA</b>	<b>663132</b>	<b>127304</b>

Fuente: elaboración propia (2024)

De los cálculos de las diferentes áreas del espacio de Farmatodo se obtuvo que la potencia total a utilizar para el caso del estudio sea de 127.304 W y el consumo total estimado de energía a utilizar sea de 663.132 (Wh/día).

#### **4.3. Cálculo de los componentes para el sistema de suministro energía eléctrica con celdas fotovoltaica,**

En el apartado anterior, se realizó un análisis detallado de todas las cargas con su demanda de potencia y tiempo de operación, para estimar así el consumo diario de energía del sistema. Fue importante realizar un buen detallado para evitar que una baja estimación de las cargas causara que el sistema planteado fuera insuficiente para suplir la demanda real, confiriéndole de esta manera una baja confiabilidad al estudio. De igual manera, una sobrestimación de los mismos podía aumentar considerablemente los costos del proyecto.

En este contexto, la energía requerida se puede estimar por el análisis del consumo de energía diario. Las cargas del edificio no suelen operar de manera continua, por lo tanto, se hizo indispensable determinar el tiempo de operación de cada una de ellas. El tiempo de operación de las cargas depende del ciclo de trabajo de las mismas, algunas trabajan con ciclos de operación programados (prendido-apagado), en donde el tiempo de operación es el porcentaje de tiempo diario en el cual se encuentra encendido, mientras que otras son manipuladas manualmente por los usuarios y en este caso, el tiempo de operación es fácil de calcular si se utilizan una vez al día o un número de horas por semana.

A continuación, se da paso a la fase II, llamada cálculo de los componentes para el sistema de suministro energía eléctrica con celdas fotovoltaica, en el mismo, se procedió a realizar un análisis para el procesamiento y selección de los componentes más adecuados, seguido a esto, se presentan los cálculos de los elementos de un sistema fotovoltaico para la sucursal de Farmatodo San Carlos Cojedes.

#### 4.3.1 Cálculo del número de Paneles solares

Los paneles solares se agrupan en voltajes de 12V, 24V y 48V, según su compatibilidad con inversores, baterías y reguladores de carga. Para el presente estudio se recomienda utilizar el de 48V. La cantidad de aplicación requerida es de kilowatts para un edificio como el de Farmatodo para satisfacer la gran cantidad de energía eléctrica. Para efectos de este proyecto se toma como referencia los Sistemas Fotovoltaicos de mayor potencia porque el tamaño de la población (edificio de Farmatodo sucursal Cojedes) así lo requiere.

#### 4.3.2 Cálculo del número de inversores

Para la instalación del inversor es necesario que se instale en un lugar ventilado sin excesivo polvo y que no supere los límites de temperatura ambiente entre 0°C y 55°C [23]. Una vez elegido el lugar, se comienza con la instalación del inversor sobre una placa, que debe tener las dimensiones del inversor y que a su vez soporte el peso de dicho dispositivo. Una vez que se estime el consumo total de energía y la potencia necesaria para el, se procede a seleccionar el inversor más adecuado que convierta la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA) utilizable para compensar el requerimiento.

De esta manera, para seleccionar el inversor en el presente proyecto, se calculó la potencia corregida que representa todas las cargas que están conectadas al mismo tiempo y se escogió previamente un inversor para conocer su eficiencia calculada en potencia nominal y tensiones de entrada y salida.

De manera que:

$$N^{\circ} \text{ de inversores} = \frac{P_{\text{corregida}}}{P_{\text{nominal}}} \text{ Ecuación ( )}$$

P<sub>corregida</sub>: Potencia que puede esperarse que esté conectada simultáneamente (W)

P<sub>nominal</sub>: Potencia nominal del inversor seleccionado (W)

Al seleccionar el inversor se conoció el voltaje de entrada apropiado y producción del voltaje de salida requerido con la forma de onda adecuada, con la que funcionan los dispositivos eléctricos. Existe onda senoidal pura y senoidal modificada, la primera funciona para cualquier dispositivo, los inversores de onda senoidal pura son más costosos que los de onda transformada. El voltaje de entrada en corriente continua será el voltaje del banco de baterías y el voltaje de salida será el transformado, respectivo a la corriente alterna, que se requiere en el tablero (Bifásico 110/220V).

**Tabla. 25**  
**Selección del inversor**

Modelo de inversor	P <sub>nominal</sub> (W)	Eficiencia (%)	Tensión de entrada (VC)	Tensión de salida (VA)	N° de inversores
INVERSOR TRIFÁSICO O TF2 NCL-TF140	140000	98,51	1100	380	0.91 ≈ 1

Fuente: elaboración propia (2024)

Se recomienda utilizar un (1) inversor trifásico *GRID TIE NCL-TF140*.

#### **4.3.3 Dimensionamiento del Banco de Baterías**

Para seleccionar una batería se debe seguir los siguientes pasos:

- Cálculo del consumo de energía diaria requerida y se corrige por eficiencia del inversor y eficiencia de cableado.
- Conocer el voltaje del sistema

A partir de los requerimientos de potencia máxima continua se seleccionó el voltaje apropiado para el sistema, a partir de la disponibilidad

comercial de los componentes del sistema fotovoltaico. La máxima autonomía requerida por el sistema dependerá del tipo de clima, del tipo de sistema fotovoltaico (aislado o interconectado), consideraciones de costo, entre otros. Para sistemas aislados se debe garantizar una seguridad más elevada del suministro eléctrico, por esto, se supone una autonomía de aproximadamente entre 3 y 5 días, donde la batería es la encargada de garantizar energía sin el aporte de los paneles fotovoltaicos. En sistemas interconectados se puede trabajar con una autonomía entre 1 y 3 días. De cualquier manera, esto depende de la insolación en el sitio y de los datos suministrados por estaciones meteorológicas sobre días oscuros consecutivos.

Se debe calcular la capacidad de descarga de la batería, con la siguiente fórmula:

$$Cx = \frac{E_{bat} \times N_{AUT}}{V_{sis} \times PD_{MAX}} \text{ Ecuación ( )}$$

Dónde:

X: Índice de horas de autonomía

$E_{bat}$ : Energía de la batería (Wh)

$N_{aut}$ : número de horas de autonomía (h)

V: voltaje del sistema (V)

$PD_{max}$ : Máxima profundidad de descarga de la batería (%)

Se selecciona una batería con una cierta capacidad nominal ( $C_n$ ) y finalmente para calcular el número de baterías se utiliza:

$$N^{\circ} \text{ de baterías en paralelo} = \frac{C_x}{C_n} \text{ Ecuación ( )}$$

Dónde:

$C_x$ : Capacidad de descarga de la batería (Ah)

$C_n$ : Capacidad nominal de la batería dada por las especificaciones técnicas. (Ah)

$$N^{\circ} \text{ de baterías en serie} = \frac{V_{\text{sistema}}}{V_n \text{ batería}} \text{ Ecuación ( )}$$

Dónde:

Vsistema: Voltaje del sistema (V)

Vn batería: Voltaje nominal de la batería, dada por las especificaciones técnicas de la batería (V)

$$N^{\circ} \text{ total de de baterías} = N^{\circ} \text{ de baterías en serie} \times N^{\circ} \text{ de baterías en paralelo}$$

Ecuación ( )

A partir del inversor que se utilizará, se realizó el cálculo a partir de la información obtenida de las especificaciones técnicas del inversor, del banco de baterías y la cantidad de baterías necesarias. Este cálculo permite asegurar que el sistema funcione correctamente durante al menos 48 horas continuas en caso de días oscuros.

**Datos:**

**Tabla. 26**  
**Calculo del Banco de Baterías**

Requerimientos totales de energía diarios	663.132
Eficiencia del inversor	98,51%
Eficiencia del cableado	62%
Voltaje de salida <sup>(1)</sup>	380V
Tiempo de autonomía	48h
Voltaje nominal del sistema	680V
Profundidad de descarga	80%
Voltaje nominal de la batería	48V
Energía de la batería	4800 Wh

Fuente: elaboración propia (2024)

Nota: Los inversores solares suelen presentar variaciones en su capacidad para garantizar una mayor eficiencia y vida útil. Solarama (2023). Por esta razón, resulta fundamental evitar sobrecalentamientos y estrés en

las piezas internas del equipo, ya que esto podría llevar a un mal funcionamiento o a una falla prematura. Para prevenir estos problemas, se estimó el voltaje de salida asumiendo una capacidad del 90%.

Cálculos:

**Tabla. 27**  
**Voltaje de salida de los inversores solares**

Capacidad de descarga en 48h	6000 Ah
------------------------------	---------

**Tabla 28**  
**Modelo de Baterías**

Modelo de la Batería	Capacidad (Ah)	N° de Baterías en serie	N° de Baterías en paralelo	N° Total de Bbaterías
Batería solar opzs 48v 1500ah <i>kbk//tab</i>	1500	14.16≈15	4	60

Fuente: elaboración propia (2024)

Se utilizarán sesenta (60) Baterías modelo Solar OPZS 48v 1500ah *kbk//tab* para el almacenamiento de energía de todo el caso de estudio.

#### 4.3.4 Cálculo de los Paneles Solares

Para calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos que se requiere para el sistema propuesto se determinó el número de paneles, basados en la demanda del voltaje y la corriente del sistema alterna del edificio. Además, se selecciona previamente un modelo de panel, para obtener según las especificaciones del fabricante la corriente nominal y el voltaje de operación del mismo.

Para calcular el número de paneles en serie, se utiliza la siguiente fórmula:

$$N_s = \frac{V_{CD}}{V_m} \text{ Ecuación ( )}$$



Dónde:

$V_{CD}$ : Voltaje en CC.

$V_m$ : Voltaje de operación de un módulo.

Para calcular el número de cadenas en paralelo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Np = \frac{\frac{E_{Corregido}}{V_{sistema}}}{I_{pm} \times h_{sp}} \quad \text{Ecuación ( )}$$

Dónde:

$N_p$ = Número de cadenas en paralelo.

$E_{corregida}$  = Demanda de energía corregida por la eficiencia del inversor, las baterías y el cableado.

$I_{pm}$ = intensidad de potencia máxima (A).

$h_{sp}$ = horas de sol pico (h).

Una vez obtenido en detalle los aspectos técnicos de los paneles solares policristalinos de diferentes fabricantes, se toma en cuenta para la elección del mismo, la potencia a la que trabaja dicho módulo. Se requiere de una potencia elevada ya que de eso depende en parte la cantidad de módulos necesarios para cumplir la potencia del sistema fotovoltaico y también, la potencia hacia los inversores. Se procede a calcular el número total de paneles que se utilizarán para abastecer la demanda energética de la sucursal. Dicha cantidad, se obtiene mediante la combinación adecuada de paneles en serie y en paralelo, a fin de garantizar un suministro óptimo y eficiente de energía solar.

Datos:

**Tabla. 29**  
**Calculo de paneles solares**

Voltaje del sistema	680
Demanda total del área	663.132
Eficiencia del cableado	62%

Eficiencia de las baterías	80%
Eficiencia del inversor	98,51%
Horas de sol pico en ángulo óptimo <sup>2</sup>	7.5 hsp

Fuente: elaboración propia (2024)

- Nota<sup>(2)</sup>: Dato extraído de la base de datos PVGIS

#### Cálculos de Panel Solar

Energía corregida	828.915
-------------------	---------

**Tabla. 30**  
**Panel Solar según su Potencia**

Modelo de Panel	Potencia del Panel (W)	Corriente P <sub>máx</sub> (A)	Voltaje de Operación (V)	N° de Paneles en serie	N° de Paneles en paralelo	N° total de Paneles
BiMAX 625W N-Type TOP Con Bifacial Double-Glass Solar Module	625	15,15	49,75	13,67 ≈ 14	11.16 ≈ 12	168

Fuente: elaboración propia (2024)

Se multiplicó la energía utilizada por un factor de 1,25 el cual se obtuvo a partir del coeficiente entre el 100% de la capacidad del inversor y el porcentaje de la profundidad de descarga. Con este factor de corrección, se consultaron las especificaciones de los Paneles Solares para conocer su potencia, corriente máxima y el voltaje de operación. Así, se determinó el número total de paneles necesarios. Por lo antes expuesto, se decidió utilizar ciento sesenta y ocho (168) paneles solares modelo BiMAX 625W N-Type TOP Con Bifacial Double-Glass para satisfacer el requerimiento energético de la cadena comercial.

#### 4.3.5 Cálculo del Área de los Paneles

Tabla. 31  
Cálculo del Área de los Paneles

Modelo de Panel	Nº de Paneles	Área de cada Panel (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )
BiMAX 625W N-Type TOP Con Bifacial Double-Glass Solar Module	168	2.71	455.28

Fuente: elaboración propia (2024)

El área total que se requiere para colocar los Paneles Solares, será de (455.28 m<sup>2</sup>)

#### 4.3.6 Cálculo de Controladores de Carga del Banco de Baterías

Para este proceso se utilizan los siguientes parámetros:

- Intensidad de corto circuito de los paneles seleccionados
- Número de paneles conectados en paralelo
- Corriente nominal del controlador comercial seleccionado

Para calcular el número de controladores:

$$N^{\circ} \text{ de controladores} = \frac{I_x}{I_n} \text{ Ecuación ( )}$$

Dónde:

$I_n$ : corriente nominal del regulador seleccionado.

$I_x$ : corriente que debe ser capaz de manejar el regulador.

Para calcular la corriente a manejar por el controlador:

$$I_x = N_p \times I_{cc} \text{ Ecuación ( )}$$

Dónde:

$N_p$ : es el número de paneles en paralelo.

Icc: es la corriente de corto circuito de los paneles seleccionados.

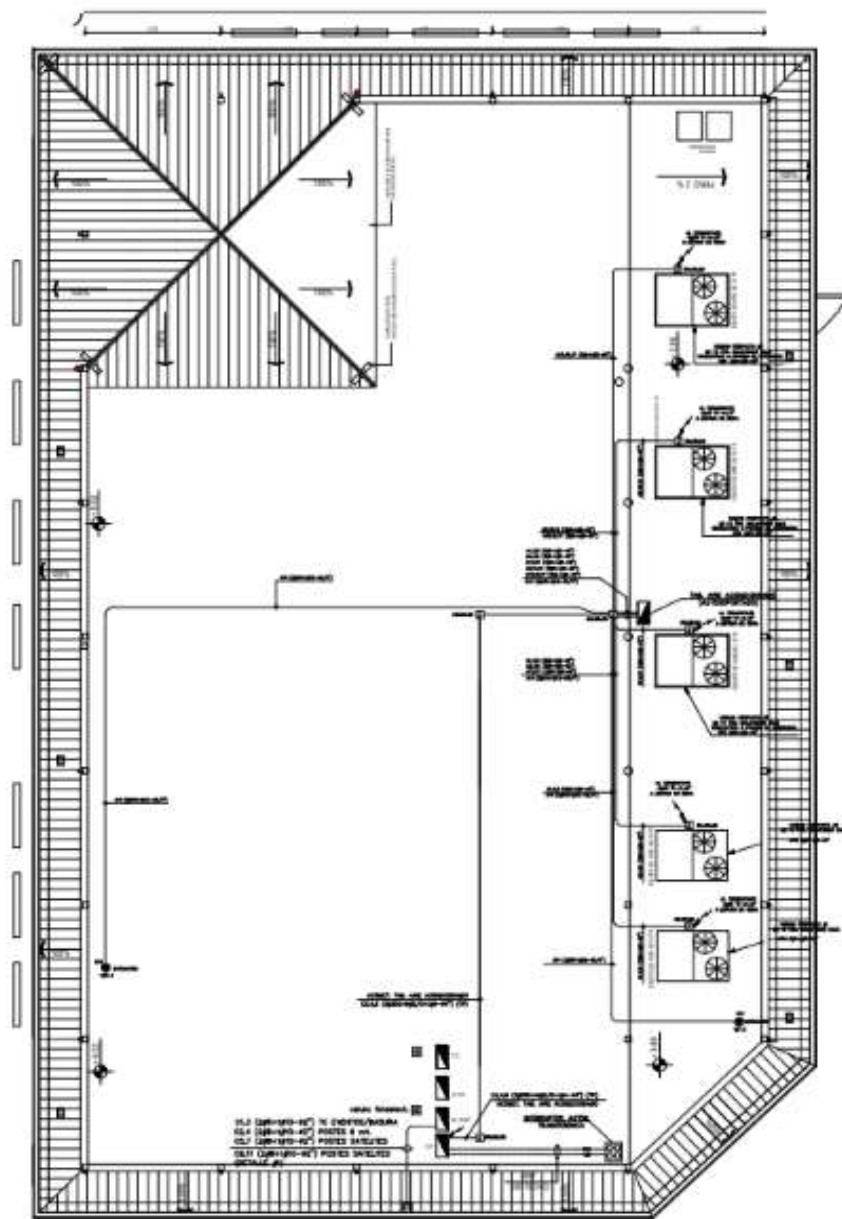
La tarea principal del controlador de carga es regular la corriente y el voltaje proveniente del Panel Solar para resguardar la integridad de la batería y extender su vida útil. Asimismo, su función abarca la supervisión de la carga y descarga de la batería, así como la protección de los dispositivos electrónicos que se conecten a ella. Por lo tanto, luego de elegir el modelo de controlador más apropiado para el diseño de la instalación, se calculó la cantidad necesaria para satisfacer las exigencias requeridas.

**Tabla. 32**  
**Cálculo de Controladores de Carga**

Modelo de Controlador	Icc (A)	Corriente nominal (A)	Ix	N° de Controladores
MPPT SOLAR PC18-8015F	16	80	192	2.4 ≈ 3

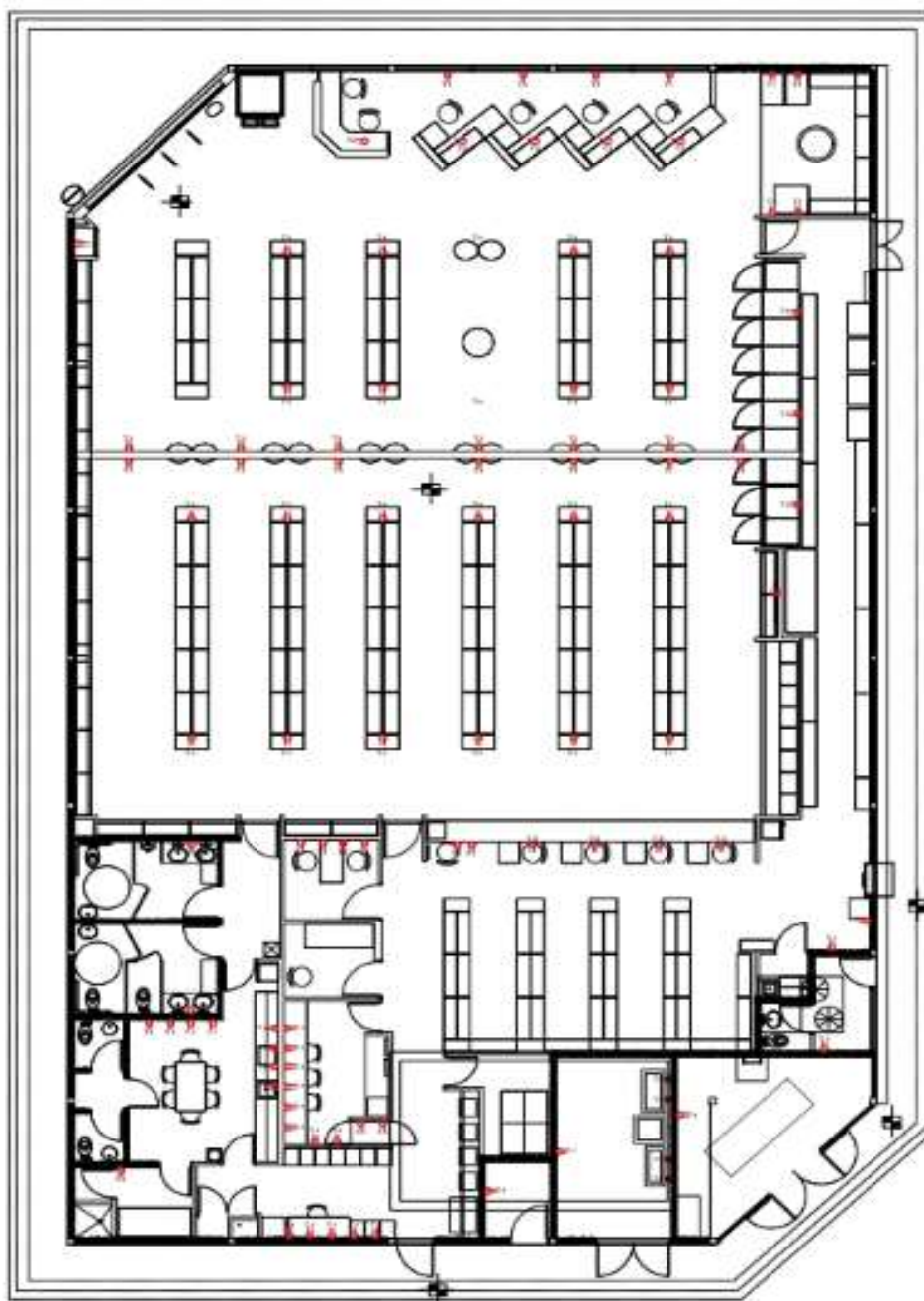
Fuente: elaboración propia (2024)

Se utilizarán tres (3) Controladores de Carga modelo *MPPT SOLAR PC18-8015F* para el estudio planteado.

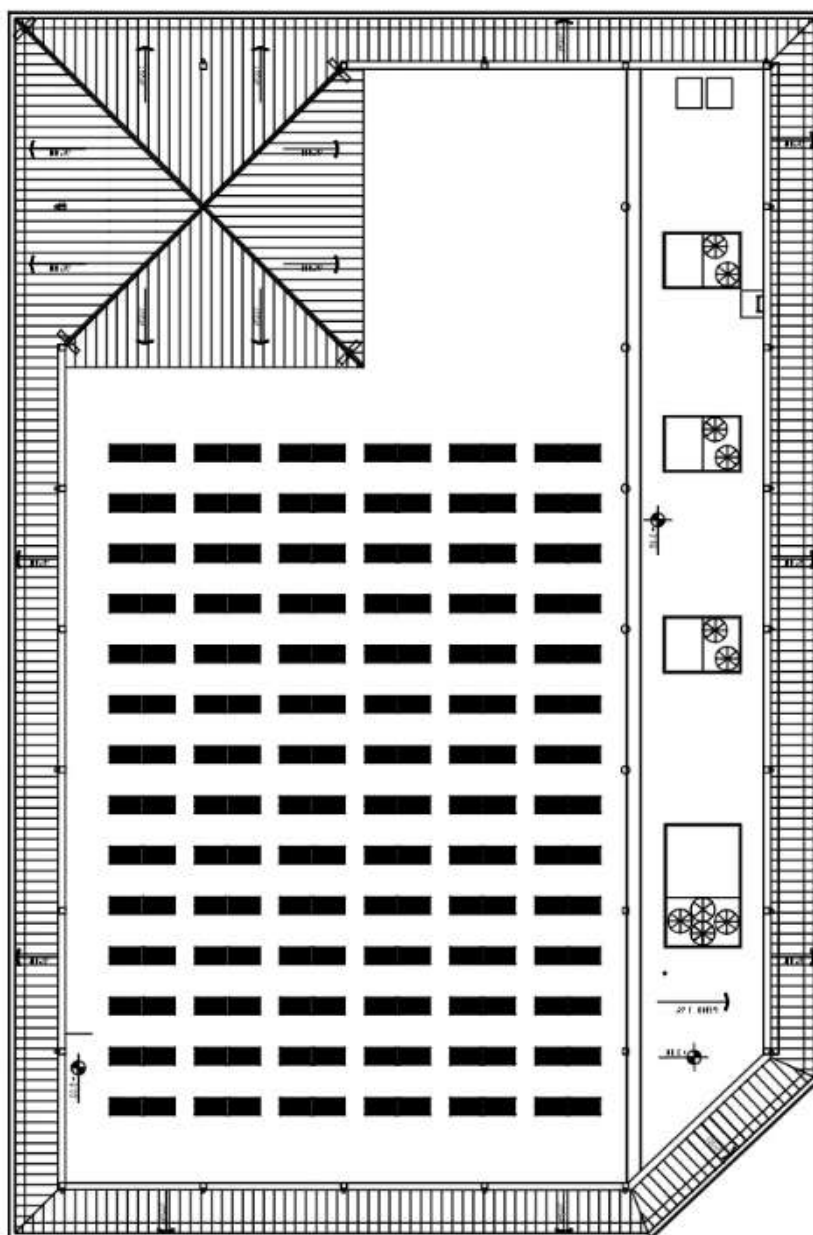


**Figura 9.** Plano de planta de techo de Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes

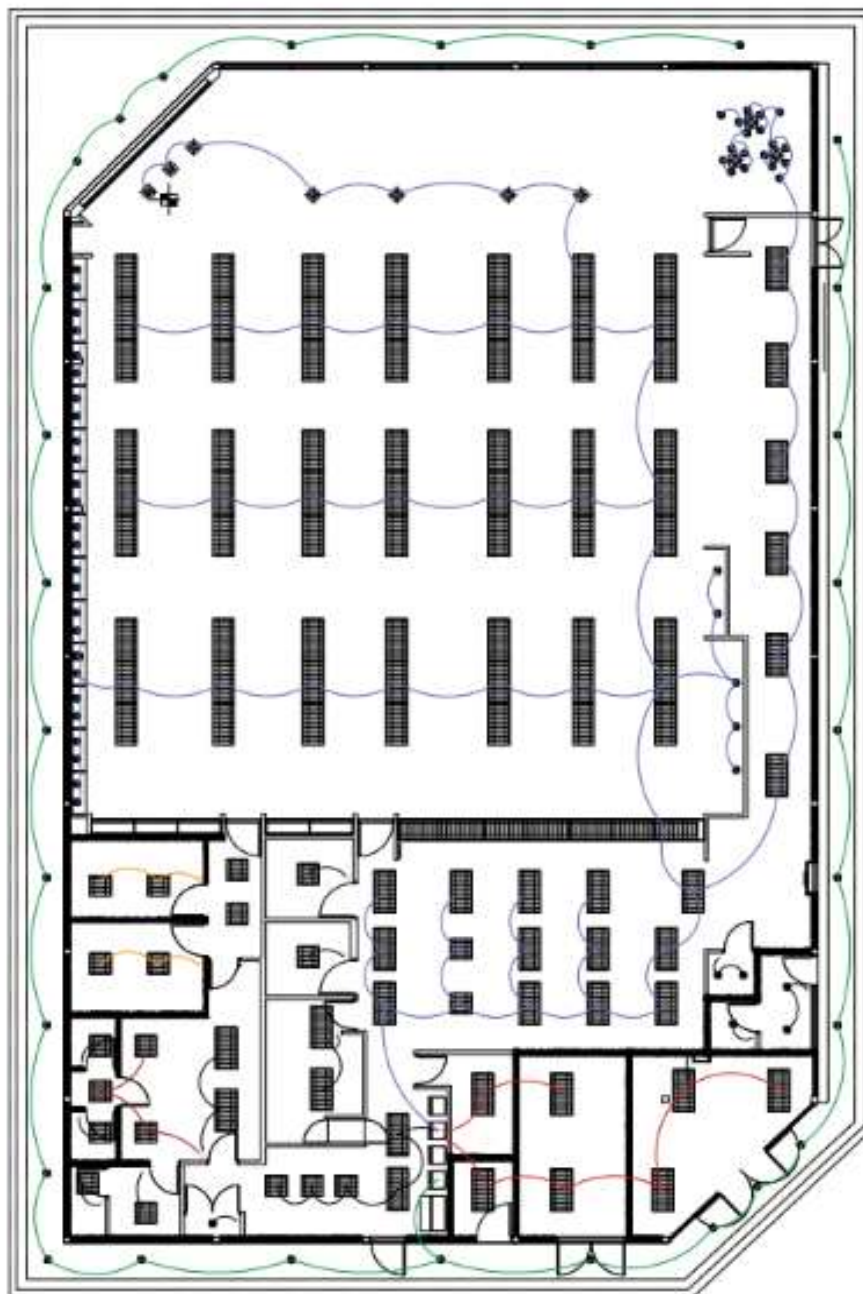
**Fuente:** elaboración propia (2025)



**Figura 10.** Plano de tomacorrientes del edificio de Farmatodo  
**Fuente:** elaboración propia

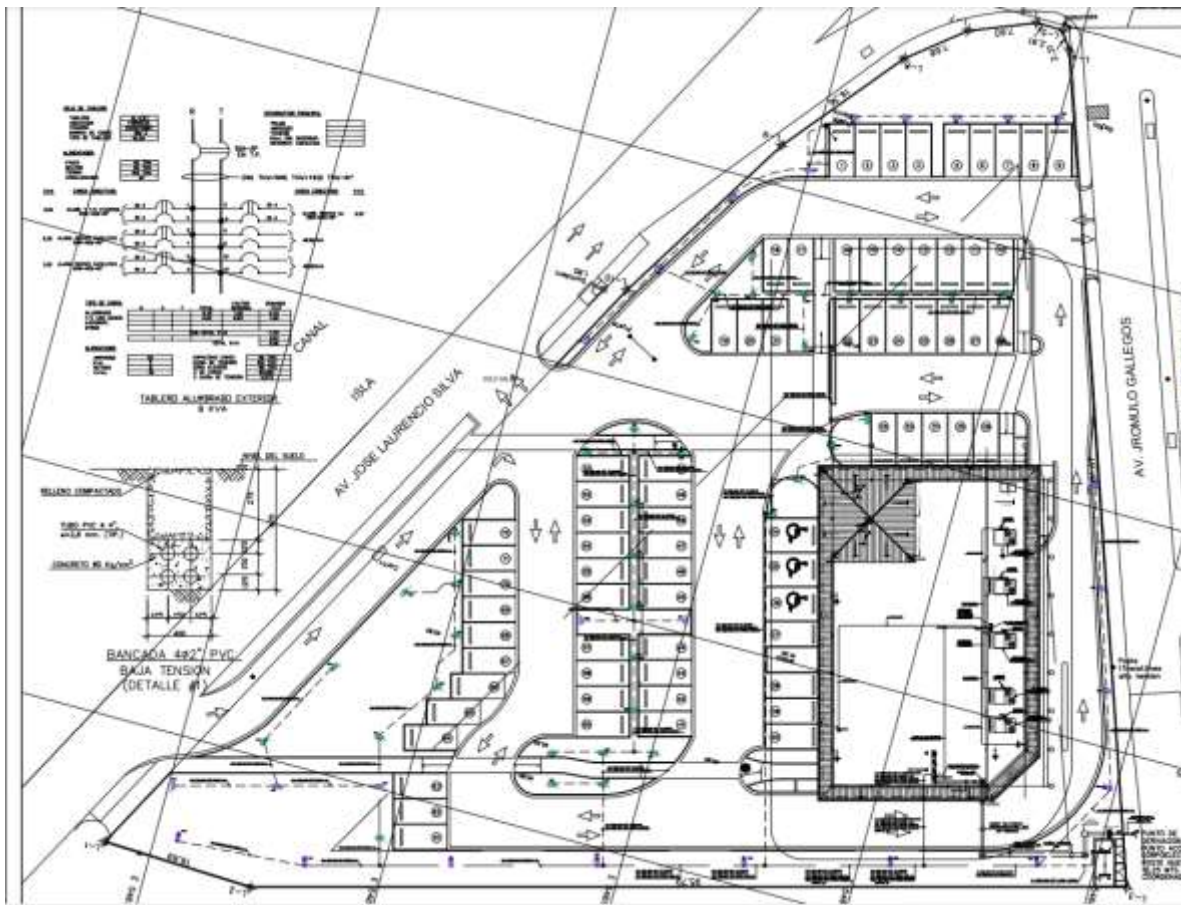


**Figura 11.** Plano de Sistema Fotovoltaico propuesto para el edificio de Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes  
**Fuente:** elaboración propia. (2025)



**Figura 12.** Plano de Iluminaria Interna del edificio de Farmatodo sucursal San Carlos Cojedes  
**Fuente:** elaboración propia (2025)





**Figura 13.** Plano de Iluminación Exterior del edificio de Farnatodo  
**Fuente:** Ing. Piero Gallo (2012)

## PARÁMETROS TÉCNICOS INVERSOR TRIFÁSICO TF2™ 80K-150K

REFERENCIA	NCL-TF80	NCL-TF100	NCL-TF125	NCL-TF140
Parámetros entrada DC (PV)				
Max. Voltaje entrada	1100V			
Voltaje nominal	600V	680V	680V	680V
Voltaje arranque	200V			
Número de MPPT	8	10	10	12
Nº de cadenas por MPPT	16	20	20	24
Rango de voltaje MPPT	180V-1000V			
Rango de voltaje MPPT max potencia	500V-850V	550V-850V	550V-850V	550V-850V
Max. Corriente entrada MPPT	26A			
Max. Corriente entrada MPPT Corto Circuito	40A			
Parámetros salida AC (red)				
Potencia	80kW	100kW	125kW	140kW
Max. Potencia	88VA	110VA	137VA	155VA
Max. Corriente	128A	138A	160A	160A
Rango voltaje	310Vac-480Vac	400Vac-575Vac	400Vac-575Vac	432Vac-421Vac
Frecuencia nominal	50/60Hz			
Rango frecuencia	45Hz-55Hz/54Hz-66Hz (De acuerdo con los estándares locales)			
THDI	<3%			
Factor potencia	1 por defecto (ajustable +/-0.8)			
Eficiencia				
Eficiencia MPPT	>99.9%			
Max. Eficiencia inverter	98.60%	98.80%	99.00%	99.00%
Max. Eficiencia CEC	98.30%	98.50%	98.30%	98.51%
Protección				
Protección polaridad reversa PV	Si			
Protección alta temperatura	Si			
Protección anti-ila	Si			
Monitoreo fallas tierra	Si			
Monitoreo de fallas cadena del campo fotovoltaico	Si			
Protección sobrecorriente	Si			
Protección sobrevoltaje	Si			
Protección alta temperatura	Si			
Protección anti-PID	Opcional			
AFCI	Opcional			
Clase de protección / categoría de sobretensión entrada / salida SPD	III/II			
	PV: tipo II estándar, AC: tipo: II estándar			
Parámetros del sistema				
Topología	Sin transformador			
Comunicación	RS485, Opcional: Wifi/GPRS/PLC			
DC switch	Si			
Inyección Cero	Opcional			
Datos generales				
Rango temperatura de trabajo	-30°C~+60°C			
Rango de humedad	0~100%			
Max. Altitud de operación	4000m			
Ruido	56dB			
Grado de protección	IP66			
Peso	72Kg	72Kg	84Kg	85Kg
Dimensiones (mm)	1051x660x340mm			
Pantalla	LCD y Bluetooth + APP			
Tipo instalación	Soporta a pared			
Garantía	5 años (extensible a 8 y 10 años)			
Normativas	EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN 61000-3-11, EN61000-3-12 IEC62109-1/2, IEC62116, IEC61727, IEC-61683, IEC60068(1,2,14,30)			

**Figura 14.** Parámetros técnicos del inversor trifásico TF2  
**Fuente:** Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (2002)

## KBK

#### Analysis conditions



**Fuente:** Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (2002)

**Fuente:** (Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (2002))

#### **4.4 Factibilidad**

El estudio validó que las condiciones geográficas y climatológicas son aptas para implementar un sistema de energía fotovoltaica, ya que la estructura física del comercio de Farmatodo posee espacio suficiente para la distribución de los equipos necesarios en este tipo de instalación. Se seleccionó técnicamente el equipo más conveniente, tomando en cuenta su ubicación y el dimensionamiento de esta; la implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica, traerá grandes beneficios energéticos y económicos, su factibilidad de aplicación hace referencia a la disponibilidad de los recursos necesarios para lograr o alcanzar las metas u objetivos establecidos. En el presente proyecto, se hizo tomando en cuenta cuatro (04) aspectos básicos y estuvo determinado por el grado de posibilidad de cada uno de ellos, los cuales son:

**4.4.1 Técnica:** engloba todo lo que tiene que ver con los requerimientos técnicos, en otras palabras, el talento humano capacitado en todo lo relacionado a los sistemas solares fotovoltaicos para ello debe tener: el conocimiento, las habilidades, las experiencias, las herramientas, materiales y equipos necesarios para la instalación de las celdas fotovoltaicas.

**4.4.2 Ambiental:** tomando en cuenta la legislación actual relacionado con la preservación del entorno y del medio ambiente, se hace referencia a la factibilidad ambiental, en la cual se toma en cuenta antes de realizar cualquier instalación: las regulaciones en materia de medio ambiente, las características naturales del lugar, dado que estos y otros factores influyen en la selección de la ubicación del sistema. Tomando en cuenta que el trabajo está relacionado con una propuesta del uso de energía sustentable, esta influye directamente, ya que los sistemas solares respetan al medio ambiente, dado a que estos representan beneficios ambientales y ecológicos, entre los beneficios de este sistema se pueden mencionar:

- Que se genera a partir de una fuente inagotable y gratis, el sol.
- Permiten que el comercio, contribuya con el uso racional y eficiente de la energía eléctrica, tengan una reducción del consumo eléctrico, y tengan autonomía energética.
- Disminuye el daño ambiental ya que no producen gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>), por consiguiente, no participan en el calentamiento global
- Las celdas fotovoltaicas, provee a los usuarios de un aislante térmico, dado a que los paneles generan sombra para otros usos.
- Es un medio alternativo de energía en caso de falla del sistema eléctrico nacional.

**4.4.3 Social.** Con el uso de los sistemas solares el comercio se ve beneficiados, dado al ahorro eléctrico, a la autonomía en caso de falla eléctrica, entre otros, así mismo la carga al sistema de transformadores disminuye mientras el sistema esté en operación comercial, y como es un sistema altamente ligado con el medio ambiente porque es 100 % natural, se disminuirá la cantidad de dióxido de carbono que se envía a la atmósfera, y por último impulsará el uso de este tipo de sistemas a otros comerciantes de la ciudad, encaminándolos al desarrollo sustentable y sostenible.

**4.4.4 Económica.** Esta tiene que ver con el costo de la inversión, aún y cuando la implementación del sistema solar tiene un costo inicial considerable, el mismo se ve mitigado por los años de vida útil y el bajo costo del mantenimiento, la reducción de la facturación del consumo eléctrico, entre otros.

### **Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios.**

Para determinar el precio total de la instalación, se ha elaborado un presupuesto que incluye tanto la implementación como el correcto

funcionamiento del sistema propuesto. Asimismo, se ha realizado un análisis de los costos unitarios para asegurar su conveniencia económica.

**Tabla. 33**  
Presupuesto instalación del sistema de energía fotovoltaica

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL BS
1	E561210015 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE INVERSOR TRIFASICO GRID TIE NCL-TF140	pza	1,00	1.034.768,00	1.034.768,00
2	E561210015 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BATERÍA SOLAR OPZS 48V 1500AH KBK//TAB	pza	60,00	745.024,00	44.701.440,00
3	E561210015 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE CONTROLADOR ELECTRONICO DE CARGA PARA BANCO DE BATERIAS SOLARES MPPT SOLAR PC18-8015F	pza	3,00	8.960,00	26.880,00
4	E561210015 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE CELDA FOTOVOLTAICA BiMAX 625W N-Type TOP Con Bifacial Double-Glass Solar	pza	168,00	6.160,00	1.034.880,00
Sub-Total:					46.797.968,00
16,50% Impuesto de Ley:					0,00
<b>Total del Presupuesto:</b>					<b>46.797.968,00</b>

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

En relación al objetivo número uno, se obtuvo información sobre la situación actual del consumo eléctrico de Farmatodo sucursal San Carlos y se precisó el consumo de energía por áreas del edificio, realizándose la medición de los watts de tomacorrientes y artefactos presentes en cada área. Se constató que el consumo de energía eléctrica del edificio de Farmatodo, es de 663.132 Wh/día considerándose esto un alto consumo. Se determina que existe la necesidad de reducir el consumo eléctrico por red y abastecerse con energía sustentable fotovoltaica.

En relación al segundo objetivo, calcular el sistema de abastecimiento de energía eléctrica necesario para el edificio de Farmatodo, se determinó desde los aspectos técnicos e ingeniería, que un sistema fotovoltaica es factible con los siguientes componentes: sesenta (60) Batería Solar modelo OPZS 48V 1500AH KBK/TAB; un (1) Inversor Trifásico modelo Grid TIE NCL-TF140; tres (3) Controladores Electrónico de Carga para Banco de Baterías solares modelo MPPT SOLAR PC18-8015F y ciento sesenta y ocho (168) Celda Fotovoltaica modelo BiMAX 625W N-Type TOP con Bifacial Double-Glass Solar, estos componentes se encuentran en el país, así como mano obra calificada para su instalación, mantenimiento y reparación.

Respecto al tercer objetivo determinar la factibilidad de aplicar el diseño del sistema de energía eléctrica con celdas fotovoltaica, desde lo técnico es factible porque se cuenta en el país con el talento humano capacitado en todo lo relacionado a los sistemas solares fotovoltaicos. Desde lo ambiental, los sistemas solares representan beneficios ambientales y ecológicos; desde lo social impulsan a utilizar este tipo de sistemas a otros comerciantes de la

ciudad de San Carlos motivando al uso de energía sustentable y sostenible. Desde lo económico, este tipo de sistema tiene un costo de inversión considerable, sin embargo sus altos beneficios atenúan esta limitación.

### **Recomendaciones**

1. Impulsar el estudio y capacitación en las diferentes universidades sobre el aprovechamiento de las potencialidades energéticas del país, mediante charlas, talleres, cursos, relacionados en como los cálculos, selección de componentes, para cada uno de los tipos de energías sustentable.

2. Tratar de obtener datos de irradiación solar de medias diarias mensuales lo más confiable posible para el dimensionado correcto de los sistemas y poder hacer un buen análisis del funcionamiento esperado del mismo.

3. Realizar las medidas de mantenimiento preventivo recomendadas sin falta y en el tiempo programado para llevar un seguimiento del funcionamiento de la instalación y así poder prevenir posibles fallos a tiempo.

4. Prestar especial atención a la fijación de la estructura soporte del generador fotovoltaico y a la orientación de la misma, debido a que una mala fijación y orientación puede ocasionar el fracaso de todo el sistema.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balestrini, M. (2006). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. (6ª Edición). Caracas: Editorial Episteme.
- Brinkworth, B. J. (1981). Energía solar para el hombre. Ediciones Madrid. Pág 244, ISBN: 84-7214-211-6. colección: Energía, clima, diseño
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela Gaceta Oficial N° 5.453 Extraordinario. 24 de Marzo de 2000.
- [Global Solar Atlas](#). *Green Growth Knowledge Platform*. 2019-11-07. Retrieved 2020-03-24
- Grijalva C. y Vélez F. (2020) “Estudio e implementación de un sistema fotovoltaico aplicado a Luminarias: Caso de Estudio Unidad Educativa Dr. Francisco Falquez Ampuero”. Guayaquil-Ecuador
- Guevara B, M. (2020). DebatesIESA. <http://www.debatesiesa.com/el-colapso-electrico-de-venezuela-y-los-desafios-para-superarlo/>
- Hernández N. (2023). Crisis eléctrica en Venezuela. <https://es.scribd.com/document/21726245/CRISIS-ELECTRICA-EN-VENEZUELA>.
- Hurtado, J. (2000). Metodología de la Investigación Olística. SYPAL.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología e Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar).
- IRENA (2019), Transforming the energy system – and holding the line on the rise of global temperatures, Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi (ISBN 978-92-9260-149-2).
- Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.823, 19-12- 2011.
- Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial N° 5.833 (Extraordinario), 22-12-2006).
- Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.573, 14-12-2010.

Manual Sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica (1era ed.). (2002). San José, Costa Rica: BUN-C.A.

Naciones Unidas (2020). Energía Sustentable. Artículo científico. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>

Revista Sembrando Luz (2012). Energía renovable. Editorial episteme

Rodríguez Juan (2024) Realidad y funcionamiento del Sistema Eléctrico Venezolano. Observatorio Venezolano de Servicios públicos

Sabino, C. (1992). El Proceso de Investigación. Caracas: Panapo

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2005). Manual de Presentación de Trabajos de Grado.

## ANEXOS



**Figura 17.** Área de aires acondicionados del edificio de Farmatodo  
**Fuente:** los autores (2025)



**Figura 18.** Área de bombas del edificio de Farmatodo  
**Fuente:** los autores (2025)



**Figura 19.** Área de techo del edificio de Farmatodo  
**Fuente:** los autores (2025)



**Figura 20.** Área de techo del edificio de Farmatodo  
**Fuente:** los autores (2025)



**Figura 21.** Área de planta eléctrica del edificio de Farmatodo  
**Fuente:** los autores (2025)





**Figura 22.** Edificio de Farmatodo  
**Fuente:** los autores (2025)





**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA  
Y PROCESOS INDUSTRIALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA  
SAN CARLOS - VENEZUELA**

San Carlos, 24 de Octubre de 2024

Ciudadanos:  
Miembros de la Comisión Asesora del PCBA  
UNELLEZ VIPI.  
Su despacho. -

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Ante todo un cordial saludo, quien suscribe, Luis Alberto Moreno Camacho, cumpliendo con el procedimiento administrativo exigido; hago de su conocimiento la Aceptación Tutorial del trabajo de grado a ser realizado por los participantes: Ibarra, S. Diana, M. Cedula de Identidad N° 19.722.563 y Pérez, L. Rafael, A. Cedula de Identidad: C.I N° 21.561.083, cursantes de la carrera Ingeniería Civil y que se titula: **PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUSTENTABLE CON CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA EDIFICACIÓN DEL FARMATODO SUCURSAL SAN CARLOS COJEDES**. Por lo cual me comprometo en asesorar y guiar durante la ejecución de la presente investigación hasta su culminación.

Sin más a que referirme y seguro de la objetiva diligencia, me suscribo.

Firma del Tutor

**Profesor Luis Alberto Moreno Camacho**  
**C.I.: V.- 5.203.816**  
**TUTOR**