



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO -  
FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LAS OFICINAS DE LA  
EMPRESA CEDEDI LA CONCORDIA.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTROMECAÁNICO**

**ALEX DARIO RAMOS GUEVARA**

**DIRECTOR: ING. CARLOS PAVÓN VARGAS MSC.**

**Santo Domingo, diciembre 2022**

© Universidad UTE. 2022  
Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722439211
APELLIDO Y NOMBRES:	Ramos Guevara Alex Dario
DIRECCIÓN:	Cooperativa Las Acacias
EMAIL:	alex-ramos@outlook.es
TELÉFONO FIJO:	02-2695220
TELÉFONO MOVIL:	0986880503/0993425678

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de un sistema solar térmico - fotovoltaico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI la concordia.
AUTOR O AUTORES:	Ramos Guevara Alex Dario
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	01 de diciembre, 2022
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Carlos Pavón Vargas MSC.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electromecánico
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente trabajo de titulación DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO - FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LAS OFICINAS DE LA EMPRESA CEDEDI LA CONCORDIA. El objetivo es diseñar el sistema solar térmico-fotovoltaico que permita generar corriente eléctrica necesaria y el agua sanitaria caliente para solventar las necesidades de las oficinas de CEDEDI LA CONCORDIA.</p> <p>Como primer punto se identificó los beneficios sociales y económicos que genera el uso de la energía solar-</p>

	<p>fotovoltaica. A continuación, se determinó mediante un análisis térmico basado en el método de resistencias térmicas los requerimientos energéticos y la cantidad de calor utilizada para conocer la curva característica del colector a implementar. Segundo, se realizó un análisis de carga eléctrica para determinar los requerimientos de kw necesarios. Tercero, se desarrolló un diseño de planta que permitió determinar la adecuada ubicación de los paneles fotovoltaicos y térmicos. Cuarto, se calculó el número y tipo de paneles fotovoltaicos y térmicos a emplear acorde a las características climáticas de la zona. Para finalizar se efectuó los planos de diseño, así como el detalle de montaje de planos y cálculos necesarios para el proyecto a investigar.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Energía Fotovoltaica, Sistema Solar Térmico, Radiación, Panel, Renovables.</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>The present degree project DESIGN OF A SOLAR THERMAL-PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATED TO THE OFFICES OF CEDEDI LA CONCORDIA COMPANY. The objective is to design the solar thermal-photovoltaic system that allows to generate the necessary electric current and hot sanitary water to meet the needs of the offices of CEDEDI LA CONCORDIA. The first point was to identify the social and economic benefits generated by the use of solar-photovoltaic energy. Next, a thermal analysis based on the thermal resistance method was used to determine the energy requirements and the amount of heat used to determine the characteristic curve of the collector to be implemented. Second, an electrical load analysis was performed to determine the</p>

	<p>necessary kW requirements. Third, a plant design was developed to determine the appropriate location of the photovoltaic and thermal panels. Fourth, the number and type of photovoltaic and thermal panels to be used were calculated according to the climatic characteristics of the area, and finally, the design plans were drawn up, as well as the detailed assembly plans and calculations necessary for the project to be investigated. Finally, the most significant data for the project was compiled, such as radiation levels to verify the feasibility of the project, calculations for the selection of the adequate equipment for the thermal-photovoltaic system, as well as financial calculations that resulted in an initial investment of \$8,073.68, financed entirely by the company, thus achieving a return on capital within the 5 years of the project.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p>	<p>Photovoltaic Energy, Solar Thermal System, Radiation, Panel, Renewable.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_

RAMOS GUEVARA ALEX DARIO  
C.I. 1722439211

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ALEX DARIO RAMOS GUEVARA**, CI 1722439211 del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema solar térmico - fotovoltaico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI La Concordia** previo a la obtención del título **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 01 de diciembre del 2022



---

RAMOS GUEVARA ALEX DARIO  
C.I. 1722439211

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño de un sistema solar térmico - fotovoltaico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI La Concordia** para aspirar al título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** fue desarrollado por **RAMOS GUEVARA ALEX DARIO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones de acuerdo a las condiciones requeridas para ser sometido a la evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



---

ING. CARLOS IGNACIO PAVON VARGAS

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1721833612



CENTRO DE ACOPIO  
LA CONCORDIA

## CARTA DE CONFORMIDAD

La Concordia, 15 de octubre de 2021

Carta de conformidad de la Empresa CEDEDI LA CONCORDIA

*Msc.*

**MARIA BELEN JACOME**

**DECANA DE LA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIAS E INDUSTRIAS.**

Presente,

Previo a un atento saludo y por medio de la presente me dirijo a usted yo Lilia Angelita Guevara Avalos con CI 1712045226 en condición de Gerente de CEDEDI La Concordia con el fin de dar a conocer mi conformidad al trabajo presentado por el señor Alex Dario Ramos Guevara con CI 1722439211 en cuanto al Diseño de un Sistema Solar térmico-fotovoltaico a implementar en nuestras instalaciones, además de estar en conformidad con los cálculos obtenidos para el mismo, esperamos poder realizar el proyecto en un futuro cuando tengamos facilidad económica ya que determinamos que se encuentra muy bien elaborado.

Sin más que agregar recibimos a satisfacción el trabajo presentado.

Atentamente,

Sra. Lilia Angelita G.  
Gerente  
CEDEDI LA CONCORDIA  
ecuador





# DEDICATORIA

*Primeramente, a Dios, quien me sustenta  
A mis queridos padres María del Carmen Y Edison  
A mis hijos Scarlett, Eithan, Lía y Martin quienes  
han estado apoyándome incondicionalmente en todo momento  
A mi media naranja Julisa más que una pareja mi amiga y  
compañera de vida por todo el apoyo.  
Por su inmenso amor, comprensión y ternura.  
Finalmente, a todas las personas y amigos que me  
apoyaron con su granito de arena.*

Alex Darío Ramos Guevara

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la Universidad Tecnológica Equinoccial  
Por esta oportunidad de estudiar mi grandiosa carrera,  
Un gran y encarecido agradecimiento especial a las personas  
Que de alguna manera han contribuido en la elaboración de este trabajo.*

Alex Dario Ramos Guevara

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1 OBJETIVOS .....	3
1.1.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3. MARCO TEÓRICO .....	5
1.3.1 ENERGÍA .....	5
1.3.2 POTENCIA .....	5
1.3.3 DEMANDA .....	6
1.3.4 RADIACIÓN SOLAR .....	6
1.3.5 IRRADIACIÓN DEL SOL .....	7
1.3.6 ENERGÍA RENOVABLE .....	7
1.3.7 FUNCIONAMIENTO ACTIVO .....	8
1.3.8 COLECTORES SOLARES .....	8
1.3.9 ASPECTOS GENERALES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	8
1.3.10 SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	9
1.3.11 PANEL FOTOVOLTAICO .....	9
1.3.12 CELDA FOTOVOLTAICA .....	10
1.3.13 REACCIÓN FOTOVOLTAICA .....	10
1.3.14 CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	11
1.3.15 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	12
1.3.16 PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA .....	12
1.3.17 VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO .....	13
1.3.18 TIPOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	13
1.3.18.1 Módulo Mono cristalinos .....	13
1.3.18.2 Módulos Poli cristalinos .....	14
1.3.18.3 Módulos de Silicio Amorfo .....	14
1.3.19 INTENSIDAD DE RADIACIÓN SOLAR .....	15
1.3.20 TEMPERATURA DE LA CELDA .....	15
1.3.21 SOMBREADO .....	16
1.3.22 SISTEMA ACUMULADOR O BATERÍAS .....	17
1.3.23 TIPOS DE BATERÍAS .....	18
1.3.23.1 BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO: .....	18
1.3.24 CARACTERÍSTICAS: .....	18
1.3.25 CARACTERÍSTICAS DE BATERÍAS .....	20
1.3.26 CONTROLADOR PWM .....	21
1.3.27 CONTROLADOR MPPT .....	21
1.3.28 INVERSORES .....	21
1.3.29 CABLEADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	22
1.3.30 CALIBRE DE CONDUCTORES .....	22

1.3.31 TIPO DE CONDUCTOR .....	22
1.3.32 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	23
1.3.33 FUSIBLES .....	23
1.3.34 LA PUESTA A TIERRA.....	23
2. METODOLOGIA .....	24
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	24
2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	25
2.3 ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR .....	25
2.4 ÁNGULO DE INCLINACIÓN .....	26
2.5 ESTIMACIÓN DE LA CARGA .....	27
2.6 ESTIMACIÓN DE LA CARGA .....	28
2.7 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	32
2.8 DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	33
2.8.1 DIMENSIONAMIENTO Y SE LECCIÓN DEL INVERSOR .....	33
2.8.2 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN .....	34
2.8.3 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA .....	36
2.9 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES.....	37
2.9.1 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	37
2.10 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA CONVECCIÓN .....	37
02.10.1 CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO Y DEMANDA DE AGUA CALIENTE.....	37
2.10.2 DATOS DE LA EMPRESA.....	37
2.10.3 CONSUMOS DE AGUA.....	37
2.11 DIMENSIONAMIENTO SOLAR TÉRMICA .....	38
2.11.1 TUBERÍA CU.....	39
2.12 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR .....	39
2.13 SELECCIÓN DEL SISTEMA TERMICO .....	40
2.14 ESTRUCTURA DEL SOPORTE PLANOS .....	42
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
3.1 COSTO DE EQUIPO Y MATERIALES .....	43
3.2 COSTOS DE MANO DE OBRA.....	43
3.3 COSTOS INDIRECTOS .....	44
3.4 COSTOS TOTALES .....	44
3.5 VAN Y TIR.....	44
3.5.1 RECOPIACIÓN DE DATOS .....	44
3.5.2 CÁLCULO DE LOS FLUJOS.....	45
3.5.3 CÁLCULO DEL VAN Y TIR .....	45

4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
4.1 CONCLUSIONES.....	47
4.2 RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXOS.....	49

# ÍNDICE DE TABLAS

## PÁGINA

<b>Tabla 1.</b>	Efecto sombra de las celdas .....	16
<b>Tabla 2.</b>	Radiación promedio por mes en la empresa CEDEDI La Concordia.....	26
<b>Tabla 3.</b>	Mes de muy bajo nivel de radiación solar en la zona de investigación.....	26
<b>Tabla 4.</b>	Radiación solar en el ángulo de 46° en (kwh/m <sup>2</sup> ).....	27
<b>Tabla 5.</b>	Potencia nominal total instalada en la empresa CEDEDI La Concordia.....	28
<b>Tabla 6.</b>	Cálculo de consumos de la empresa CEDEDI La Concordia .....	29
<b>Tabla 7.</b>	Consumo energético en la empresa CEDEDI La Concordia en (kWh/mes).....	29
<b>Tabla 8.</b>	Consumo energético (kWh/mes) de los dos últimos años .....	31
<b>Tabla 9.</b>	Población de la empresa.....	37
<b>Tabla 10.</b>	Consumo de agua de la empresa CEDEDI La Concordia .....	38
<b>Tabla 11.</b>	Costos de inversión del sistema.....	43
<b>Tabla 12.</b>	Costo de Mano de obra. ....	43
<b>Tabla 13.</b>	Costos Indirectos. ....	44
<b>Tabla 14.</b>	Costos totales. ....	44
<b>Tabla 15.</b>	Valores de consumo según planillas CNEL. ....	44
<b>Tabla 16.</b>	Producción de kilovatios del panel solar. ....	45
<b>Tabla 17.</b>	Cálculo de los flujos para cada año del proyecto. ....	45
<b>Tabla 18.</b>	Cálculo del VAN y TIR. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

### PÁGINA

<b>Figura 1.</b>	Esquema de distribución de radiación.....	6
<b>Figura 2.</b>	Componentes de la radiación solar terrestre .....	7
<b>Figura 3.</b>	Radiación Solar Global Horizontal . .....	7
<b>Figura 4.</b>	Aspecto general de la Energía Solar.....	8
<b>Figura 5.</b>	Fabricación de la célula y el panel fotovoltaico .....	9
<b>Figura 6.</b>	Espectro de masa de Aire.....	10
<b>Figura 7.</b>	Reacción en celda Fotovoltaicas .....	11
<b>Figura 8.</b>	Características de Módulos Fotovoltaicos.....	11
<b>Figura 9.</b>	Factor de Forma .....	12
<b>Figura 10.</b>	Curva V-I Módulo Fotovoltaico .....	13
<b>Figura 11.</b>	Módulo Fotovoltaico Mono cristalino.....	14
<b>Figura 12.</b>	Módulo Fotovoltaico Poli cristalino .....	14
<b>Figura 13.</b>	Módulo Fotovoltaico de Silicio Amorfo .....	15
<b>Figura 14.</b>	Efecto en la Intensidad de Radiación .....	15
<b>Figura 15.</b>	Efecto de la Temperatura.....	16
<b>Figura 16.</b>	Efecto de sombra en Módulo (Olivera, 2019).....	17
<b>Figura 17.</b>	Sistema Acumulador o Batería de un sistema fotovoltaica.....	18
<b>Figura 18.</b>	Batería Sellada AGM .....	19
<b>Figura 19.</b>	Baterías Alcalinas .....	19
<b>Figura 20.</b>	Ejemplos de reguladores de carga para sistemas fotovoltaicos autónomos. ....	21
<b>Figura 21.</b>	Protecciones de corriente continua y alterna.....	23
<b>Figura 22.</b>	Vista satelital en la zona de investigación .....	24

<b>Figura 23.</b> Emplazamiento de la empresa CEDEDI La Concordia. ....	25
<b>Figura 24.</b> Comportamiento de radiación solar en una inclinación (46°) (PYGIS, Photovoltaic Geographical, 2020). ....	27
<b>Figura 25.</b> Consumo energético del año 2020. (Corporación Nacional de Electricidad, 2022). ....	30
<b>Figura 26.</b> Consumo energético del año 2021. (Corporación Nacional de Electricidad, 2022) .....	30
<b>Figura 27.</b> Ficha Técnica (PROVIENTO S.A, 2001).....	33
<b>Figura 28.</b> Datos inversores Zonhan. (PROVIENTO S.A, 2001) .....	34
<b>Figura 29.</b> Características batería BOSCH (PROVIENTO S.A, 2001).....	35
<b>Figura 30.</b> Controlador PWM 45A/12-24-48VDC MORNINGSTAR (PROVIENTO S.A, 2001).....	36
<b>Figura 31.</b> Esquema de una instalación solar térmica (Martínez, 2009). ..	38
<b>Figura 32.</b> Especificaciones del Colector por la empresa ISOFOTON. (CODESOLAR ENERGÍA, 2015) .....	41
<b>Figura 33.</b> Colector solar térmico ISOFOTON GAROL. (CODESOLAR ENERGÍA, 2015) .....	41
<b>Figura 34.</b> Diseño estructural de un sistema solar fotovoltaico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI la concordia. ....	42
<b>Figura 35.</b> Diseño estructural de un sistema solar térmico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI La Concordia.....	42



# ÍNDICE DE ANEXOS

## PÁGINA

<b>Anexo 1.</b> Consumo eléctrico CEDEDI La Concordia .....	53
<b>Anexo 2.</b> Estimación de la demanda diaria de energía .....	54
<b>Anexo 3.</b> Planos estructurales .....	55
<b>Anexo 4.</b> Valores primedio de irradiación solar ciertas zonas del ecuador.....	57
<b>Anexo 5.</b> Cálculos on-line de sistema térmico.....	58
<b>Anexo 6.</b> Datos de radiación solar .....	59
<b>Anexo 7.</b> Panel solar fotovoltaico .....	60
<b>Anexo 8.</b> Sistema de acumulación .....	61
<b>Anexo 9.</b> Regulador de carga .....	62
<b>Anexo 10.</b> Panel térmico solar .....	63

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación “DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO - FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LAS OFICINAS DE LA EMPRESA CEDEDI LA CONCORDIA.” El objetivo es diseñar el sistema solar térmico-fotovoltaico que permita generar corriente eléctrica necesaria y el agua sanitaria caliente para solventar las necesidades de las oficinas de CEDEDI LA CONCORDIA. Como primer punto se identificó los beneficios sociales y económicos que genera el uso de la energía solar-fotovoltaica. A continuación se determinó mediante un análisis térmico basado en el método de resistencias térmicas los requerimientos energéticos y la cantidad de calor utilizada para conocer la curva característica del colector a implementar. Segundo, se realizó un análisis de carga eléctrica para determinar los requerimientos de kW necesarios. Tercero, se desarrolló un diseño de planta que permitió determinar la adecuada ubicación de los paneles fotovoltaicos y térmicos. Cuarto, se calculó el número y tipo de paneles fotovoltaicos y térmicos a emplear acorde a las características climáticas de la zona. Para finalizar se efectuó los planos de diseño, así como el detalle de montaje de planos y cálculos necesarios para el proyecto a investigar. Para finalizar se hizo la recopilación de los datos más significativos para el proyecto como niveles de radiación para verificar la viabilidad del proyecto, cálculos para la selección de los equipos adecuados para el sistema térmico-fotovoltaico además de cálculos financieros que dieron como resultado que se requiere una inversión inicial de \$8.073,68 financiados en su totalidad por la empresa, logrando así un retorno de capital en el lapso de los 5 años del proyecto.

**Palabras claves:** Energía Fotovoltaica, Sistema Solar Térmico, Radiación, Panel, Renovable.

## ABSTRACT

The present degree project "DESIGN OF A SOLAR THERMAL-PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATED TO THE OFFICES OF CEDEDI LA CONCORDIA COMPANY". The objective is to design the solar thermal-photovoltaic system that allows to generate the necessary electric current and hot sanitary water to meet the needs of the offices of CEDEDI LA CONCORDIA. The first point was to identify the social and economic benefits generated by the use of solar-photovoltaic energy. Next, a thermal analysis based on the thermal resistance method was used to determine the energy requirements and the amount of heat used to determine the characteristic curve of the collector to be implemented. Second, an electrical load analysis was performed to determine the necessary kW requirements. Third, a plant design was developed to determine the appropriate location of the photovoltaic and thermal panels. Fourth, the number and type of photovoltaic and thermal panels to be used were calculated according to the climatic characteristics of the area, and finally, the design plans were drawn up, as well as the detailed assembly plans and calculations necessary for the project to be investigated. Finally, the most significant data for the project was compiled, such as radiation levels to verify the feasibility of the project, calculations for the selection of the adequate equipment for the thermal-photovoltaic system, as well as financial calculations that resulted in an initial investment of \$8,073.68, financed entirely by the company, thus achieving a return on capital within the 5 years of the project.

**Key words:** Photovoltaic Energy, Solar Thermal System, Radiation, Panel, Renewable.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

El consumo de energía eléctrica en Ecuador tiene una tendencia de crecimiento acelerado, es por eso por lo que se busca diseñar estrategias que permitan el ahorro de la misma. El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER ha desarrollado proyectos que promueven el uso racional de la energía con el fin de mejorar la eficiencia energética en los diferentes sectores tales como: el sector residencial, sector público y el sector industrial del país (Garcés, 1978).

El beneficio fundamental de la energía solar es la disponibilidad permanente y que no faltará. Según los científicos, el sol permanecerá brillando al menos 5 mil millones de años, proporcionando energía solar.

En contra de los combustibles fósiles, la energía solar no tiene un impacto perjudicial sobre el medio ambiente. Entonces, al usar energía solar, estás contribuyendo a proteger el planeta.

Afortunadamente, no hay muchas partes móviles en los sistemas de energía solar y, por lo tanto, no requieren mucho costo de mantenimiento. Casi todos los fabricantes confiables ofrecen una garantía de 20 a 25 años para sus paneles solares. Solo necesita mantener la superficie de los paneles relativamente limpia. Cuanta más electricidad obtenga de los paneles solares, menos dependerá de la red y, como resultado, más bajarán sus facturas de energía. Por supuesto, si desea cubrir grandes porciones de sus facturas de energía, debe usar grandes sistemas comerciales de paneles solares.

Se pretende solucionar los problemas energéticos de la empresa CEDEDI al diseñar un sistema solar térmico-fotovoltaico con el cual se podrá solventar las necesidades energéticas fundamentales de la empresa como son: energía eléctrica y calentamiento, con las ventajas de utilizar una fuente de energía renovable, off-grid. Para la cual se emplearán modelos matemáticos, simuladores, diseños, estudios para seleccionar la mejor combinación de paneles fotovoltaicos y paneles solares para sustentar esta necesidad (Ramos, 2014).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema solar térmico-fotovoltaico que permita generar corriente eléctrica necesaria para solventar la necesidad de las oficinas de CEDEDI LA CONCORDIA.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los beneficios sociales y económicos que genera el uso de la energía solar-fotovoltaica para CEDEDI La Concordia.
- Determinar mediante un análisis térmico basado en el método de resistencias térmicas los requerimientos energéticos y la cantidad de calor utilizada para conocer la curva característica del colector a implementar en las oficinas de CEDEDI La Concordia.
- Determinar mediante un análisis de carga eléctrica los requerimientos de kW necesarios en las oficinas de CEDEDI La Concordia.
- Realizar un diseño de planta que permita la adecuada ubicación de los paneles fotovoltaicos y térmicos para las instalaciones de CEDEDI La Concordia.
- Calcular el número y tipo de paneles a emplear acorde a las características climáticas de la zona.
- Efectuar los planos de diseño, así como el detalle de montaje de planos y cálculos necesarios para el proyecto a investigar.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Para empezar a entender la problemática a mencionar en el trabajo de titulación, se debe reconocer primero el hecho de que en todo el mundo se busca como punto principal la optimización en cuanto a la naturaleza subjetiva de los servicios en combinación con un mercado cada vez más competitivo y exigente; así como, su medición y aseguramiento, poniendo como principal objetivo la calidad de los servicios mediante indicadores de satisfacción del cliente (Weil, 2003).

Se considera que la energía eléctrica juega un papel fundamental en las actividades comerciales y residenciales en todo el mundo; así como, en procesos productivos. Por tal razón se crea la preocupación en cuanto al alto consumo de energía eléctrica en las distintas cadenas de suministros y en el país en general.

En Ecuador dentro del período comprendido entre enero y julio del año 2021 la demanda de energía eléctrica aumentó un 8,13% en relación al período anterior. Además, de acuerdo al Operador Nacional de Electricidad CENACE, durante dicho período se consumieron 15.086 gigavatios-hora (GWh) (Gobierno de la República del Ecuador, 2021).

En cuanto al consumo se dividió de la siguiente manera, siendo la Región Costa la de más alto consumo con un 62,2%, la Región Sierra con un 34,7% y la Región Amazónica un 3,1%.

Cabe destacar que las empresas públicas son los principales proveedores de energía eléctrica en nuestro país representando un total de 90% de la

producción de la misma, suponiendo en este caso el abastecimiento y exportación de energía eléctrica se realizó con un 93.4% de generación renovable y con un 6.6% de termoelectricidad (Gobierno de la República del Ecuador, 2021).

Buscando una solución sustentable ante la problemática que genera el uso excesivo de energía eléctrica en el país, se tiene como principal solución el uso de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos que puedan servir como fuente principal de energía tanto en los hogares como en las empresas.

Es por esto que la Empresa en particular CEDEDI La Concordia incurrió en la posibilidad del uso de un sistema solar fotovoltaico-térmico que le permita gestionar de manera más adecuada el consumo de energía para evitar futuros problemas en cuanto a altos consumo, carencias eléctrica debido a las conexiones ilegales de comunidades cercanas además de accidentes en las vías que corten la conexión de la energía, es por eso que fueron los principales motivos para la creación de un sistema de energía renovable para satisfacer las necesidad de consumo eléctrico y térmico dentro de la empresa en oficinas, vestidores, baños y duchas.

### **1.3. MARCO TEÓRICO**

#### **1.3.1 ENERGÍA**

Se define como energía a la capacidad para efectuar un trabajo como consecuencia de la actuación mediante interacciones o intercambios de fuerzas (Karol, 2022).

$$E = \vec{F} \cdot \vec{D} \quad [1]$$

Dónde:

E = Energía (Joule)

F = Fuerza (Newton)

D = Variación de la posición (Metros)

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ newton} \times 1 \text{ metro} \quad [2]$$

#### **1.3.2 POTENCIA**

Físicamente se define la potencia como el trabajo realizado en la unidad de tiempo. (Calero, 2009).

$$W = \frac{E}{t} \quad [3]$$

Donde:

W = Potencia (Watts)

E = Energía (Joule)

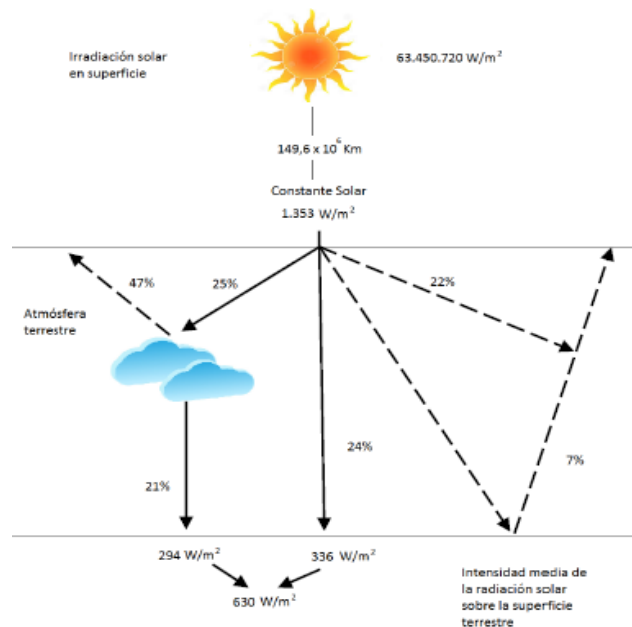
T = tiempo (segundos)

### 1.3.3 DEMANDA

La demanda máxima es aquel valor que corresponde a un valor medido en el tiempo en unidades de potencia y es uno de los factores clave más importantes en cuanto al desarrollo económico y el desarrollo social para el mejoramiento de las condiciones de un país.

### 1.3.4 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es aquella energía transferida desde el sol hasta una superficie que se transmite o liberan cuando chocan contra un objeto, esta reacción es conocida como ondas electromagnéticas (Franco, 2017).

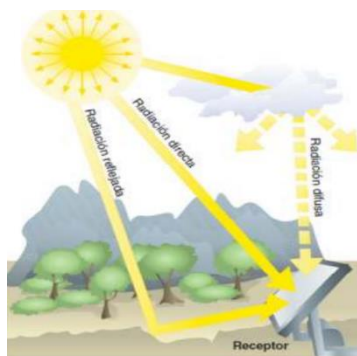


**Figura 1.** Esquema de distribución de radiación. (Franco, 2017).

Existen tres componentes de la radiación solar:

- Directa: Llega a la superficie de la Tierra, sin cambios de dirección.
- Difusa: Es la cantidad energía solar que incide sobre una superficie horizontal desde todos los puntos atmosféricos.
- Solar reflejada: Radiación solar dirigida hacia arriba, tras sido reflejada o difundida por la atmósfera y por la superficie terrestre. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019).

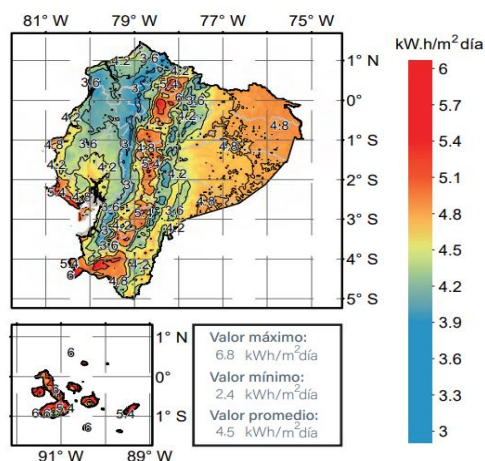




**Figura 2.** Componentes de la radiación solar terrestre (Adler, 2013).

La radiación directa es la más factible para este proyecto y las más importante para el uso de un sistema térmico-fotovoltaico.

“En Manabí, Santo Domingo, Pichincha, Imbabura, Loja, Santa Elena y Galápagos se encuentra la mayor radiación en el territorio ecuatoriano” (Corporación para la Investigación Energética, 2017).



**Figura 3.** Radiación Solar Global Horizontal (GHI) Diciembre (Consejo Nacional de Electricidad, 2008).

### 1.3.5 IRRADIACIÓN DEL SOL

Según (Gasquet, 2004) irradiación del sol es aquel valor de la potencia luminosa, térmica, magnética o de otro tipo.

$$1 \text{ SOL} = 1 \text{ KW/m}^2 = 100 \text{ milowatts/cm}^2 \quad [4]$$

### 1.3.6 ENERGÍA RENOVABLE

El uso adecuado de la energía solar convertida en energía renovable es ilimitada proveniente de la radiación solar y se han ido actualizando y mejorando al paso de los años. En la actualidad hay diferentes formas de captación o recepción entre algunas de ellas están las células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, las cuales tienen como función transformarse en energía eléctrica o térmica.

### 1.3.7 FUNCIONAMIENTO ACTIVO

El principio activo de los calentadores solares es el aumento de temperatura del agua por medio de la acción del calor y radiación generados por el sol durante las horas diurnas. El sistema por generadores de calentadores solares, se caracteriza por la simplicidad de su funcionamiento. El flujo del agua cae directamente al equipo y por gravedad baja a los tubos al vacío, cuando el agua entra y se empieza a calentar, sube (Rio Solar, 2018).

### 1.3.8 COLECTORES SOLARES

Un colector solar térmico funciona para la producción de calor lo que el módulo solar es para el sistema fotovoltaico para la producción de electricidad. El calor generado se utiliza para calentar agua proporcionando la calefacción (Vaillant, 2022).

### 1.3.9 ASPECTOS GENERALES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El sol es un reactor nuclear cuya masa es el orden de 330.000 veces la de la Tierra con un diámetro que es de 1.3927 millones de km, se considera como una fuente de energía ilimitada en la cual la masa se transforma en energía. El sol posee cuatro capas concéntricas identificadas las cuales le permite generar gas caliente el cual produce el fenómeno de convección, el conjunto de éstas produce reacciones nucleares las cuales extienden una gran cantidad de potencia alrededor de  $389 \times 10^{24} \text{W}$  (Corporación para la Investigación Energética, 2017).

La frecuencia solar es la distancia intermedia entre el sol y la Tierra con un valor de  $1.353 = \frac{W}{m^2}$  la misma que tiene por unidades la cantidad de energía por unidad de superficie entre unidad de tiempo de manera perpendicular a los rayos solares (Méndez Muñiz, 2010).

La energía solar muestra un conjunto de modificaciones de manera directa o indirecta estableciendo un efecto térmico y fotónico como se muestra en la figura 4 a continuación (Bayod-Rújula, 2009).

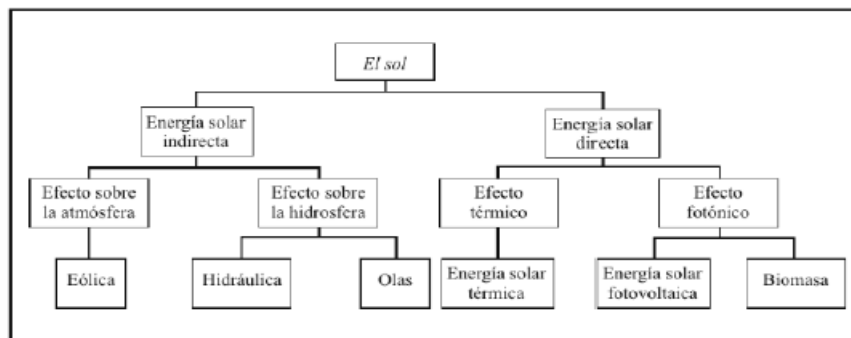


Figura 4. Aspecto general de la Energía Solar (Energías Renovables Para Todos, 2007).

### 1.3.10 SISTEMA FOTOVOLTAICO

El sistema fotovoltaico es aquel que integra varios componentes los cuales van cumpliendo con una o más funciones específicas, con el fin de que éste pueda suplir la demanda de energía eléctrica usando como combustible la energía solar. (Gasquet, 2004).

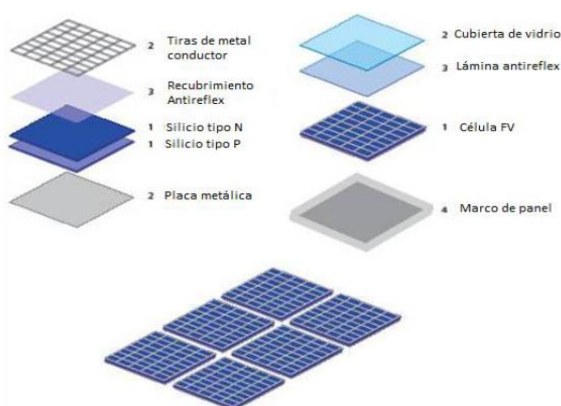
### 1.3.11 PANEL FOTOVOLTAICO

Un panel fotovoltaico es aquel tipo de panel solar desarrollado y diseñado con el fin de aprovechar la energía solar fotovoltaica para transformarla en electricidad (Planas, 2015).

En un conjunto de celdas conectadas que genera energía eléctrica a partir de la radiación del sol, la energía que genera es de 12 V en corriente directa la cual dependiendo de la carga se convierte en corriente alterna (Calero, 2009). En la figura 3: se identifica la célula fotovoltaica a la izquierda y al lado derecho el panel fotovoltaico.

De acuerdo a las normas internacionales IEC-61215 “Módulos fotovoltaicos (FV)” requiere un requisito que los módulos se fabriquen de silicio cristalino para el uso terrestre. Según la norma establece las pruebas necesarias para evaluar los aspectos a continuación (Energías Renovables Para Todos, 2007):

- Diagnóstico
- Requerimientos eléctricos
- Parámetros de rendimiento
- Requerimientos térmicos
- Requerimientos de irradiación
- Requerimientos de ambientales
- Requerimientos de mecánicos
- Protecciones



**Figura 5.** Fabricación de la célula y el panel fotovoltaico. (Energías Renovables Para Todos, 2007):

### 1.3.12 CELDA FOTOVOLTAICA

Todo material o dispositivo posee características fotovoltaicas al ser expuesta a la luz solar siendo capaz de transformar los fotones recibidos en energía eléctrica, se considera al sol como un emisor directo de radiación alcanzando temperaturas de hasta  $5800^{\circ}\text{K}$  y una constante solar medida perpendicularmente hacia la atmosfera a una distancia de 1 unidad astronómica o también llamado espectro de Masa de aire con un promedio de  $1366.1 = \frac{W}{m^2}$ .

La radiación solar ingresa hacia la atmosfera y sufre varios procesos de dispersión por selección como de onda, vapor de agua y gases provocando la descomposición de la luz. Para la medición de las celdas solares en paneles fotovoltaicos se usa como referencia el patrón de espectro de Masa de aire a 1.5 la misma que está estandarizada y se forma de radiación directa y difusa con una densidad de potencia de  $1000 = \frac{W}{m^2}$ , al utilizar concentradores solares se toma en cuenta la radiación directa con una densidad de potencia de  $900 = \frac{W}{m^2}$  (Huerta-Mascotte, 2016).

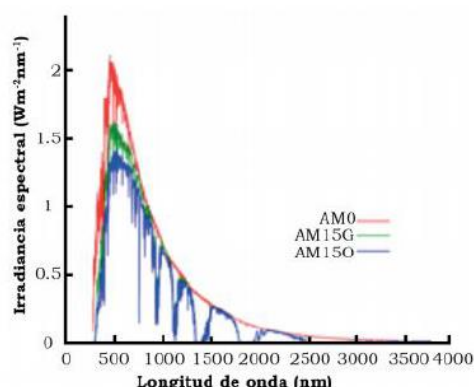


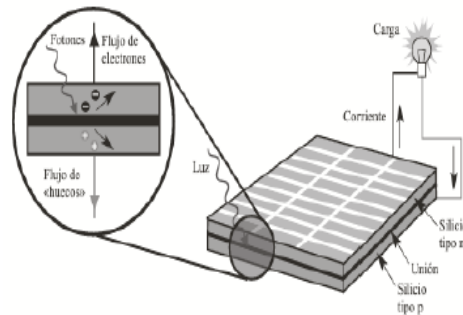
Figura 6. Espectro de masa de Aire (Huerta-Mascotte, 2016).

### 1.3.13 REACCIÓN FOTOVOLTAICA

La celda fotovoltaica al ser expuesta a radiación solar excita a los electrones para generar voltaje y corriente desde la celda a un circuito eléctrico. Las celdas fotovoltaicas se fabrican con silicio el cual es un material abundante en la Tierra con propiedades semiconductoras, el cual es purificado formando una estructura cristalina. El silicio se somete a un proceso denominado dopado con el uso de boro y fosforo disperso creando un desbalance en las cargas moleculares y aumentando la conducción de electrones.

Cuando la masa cristalina se forma de manera cilíndrica se visualizan obleas las cuales son rebanadas y dopadas. Por esta razón denominamos unión P-

N a la región entre las capas positiva y negativa (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

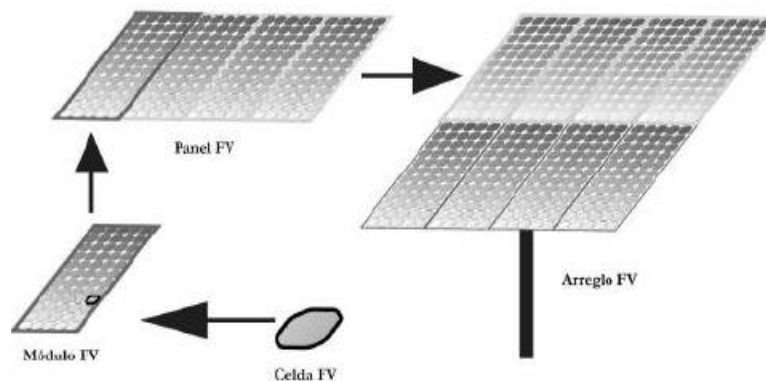


**Figura 7.** Reacción en celda Fotovoltaicas (Formación, 2007).

### 1.3.14 CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Las celdas fotovoltaicas tienen un espesor de una centésima de pulgada y convierten la radiación solar en voltaje y corriente eléctrica gracias al efecto fotovoltaico que contienen. Un Módulo fotovoltaico se considera al conjunto de celdas conectadas en serie aumentando su voltaje y mantenimiento su corriente o serie-paralelo para aumentar o disminuir los voltajes y corrientes dependiendo de la cantidad de celdas.

Un panel Fotovoltaico es considerado al grupo de módulos fotovoltaicos interconectados y un arreglo Fotovoltaico es un grupo de paneles conectados e instalados en estructura para generar niveles de voltaje elevados o específicos. Cada módulo posee condiciones estándares de pruebas para medir, comparar y especificar las cantidades de los elementos de un sistema fotovoltaico tomando como datos la radiación con un valor de  $1000 = \frac{W}{m^2}$ , con una temperatura de 25°C, dichos datos son empleados por fabricantes y colocados en catálogos (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).



**Figura 8.** Características de Módulos Fotovoltaicos (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

### 1.3.15 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos (PV) son importantes para su uso en matrices fotovoltaicas y aplicaciones independientes. Por lo tanto, al diseñar un sistema fotovoltaico, se deben considerar estas características. Se desarrollan algunos métodos para lograr las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos y uno de ellos es usar un capacitor donde se conecta a la salida del módulo fotovoltaico como carga. Este método se basa en medir la corriente y el voltaje del capacitor durante su carga

Las curvas de voltaje e intensidad suelen estar expresadas en condiciones estandarizadas de prueba, es decir, bajo una radiación de  $1000 = \frac{W}{m^2}$  y  $25^{\circ}C$  de temperatura de la celda. El eje horizontal es el voltaje operativo generado por el módulo mientras que el eje vertical es la corriente operativa del módulo, donde la potencia entregada dependerá de la cantidad de radiación que este reciba. Si aumenta el voltaje en el eje horizontal la corriente disminuye, y si el voltaje disminuye la corriente aumenta. El factor de Forma o FF se obtiene del cociente entre el área rectangular exterior formada por los valores de voltaje en circuito abierto y la corriente de cortocircuito, mientras que los valores del factor de forma son menores a la unidad situado en el rango de 0,7 a 0,8 (Energetika, 2011).

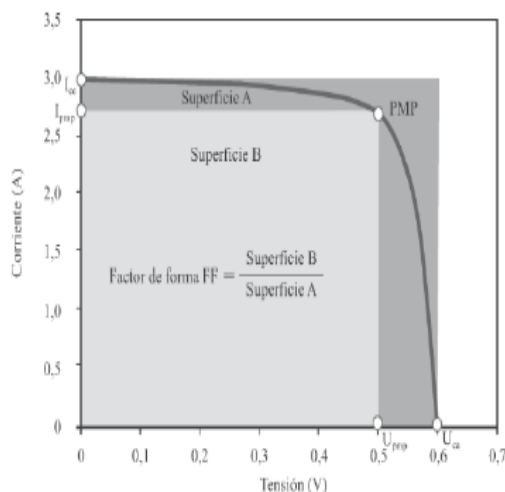
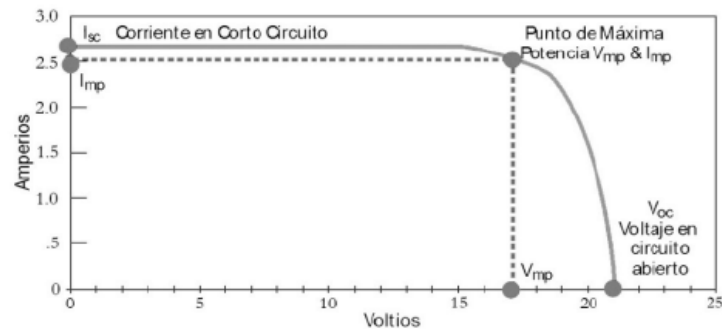


Figura 9. Factor de Forma (Energetika, 2011).

### 1.3.16 PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA

El punto de máxima potencia (MP) se lo puedo obtener de las mediciones de voltaje  $V_{mp}$  y la corriente  $I_{mp}$ , el aumento y decremento de los valores genera un nuevo punto de máxima potencia y para determinarlo se realiza el proyecto del voltaje  $V_{mp}$  por la corriente  $I_{mp}$ . Como se puede apreciar en la figura 11 tenemos un  $V_{mp}$  de 17 V donde trazamos una línea vertical hacia curva para

determinar el valor  $I_{mp}$  siendo este 2.5 aproximadamente, es ahí donde determinamos que el punto de máxima potencia de 42.5 W entregados por el módulo (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).



**Figura 10.** Curva V-I Módulo Fotovoltaico (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

### 1.3.17 VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

El voltaje de circuito abierto ( $V_{oc}$ ) es la tensión obtenida cuando no se extrae corriente del módulo, es decir, una corriente de 0 A donde este polarizará con una cierta tensión que puede soportar la región de generación siendo este un voltaje máximo en circuito abierto. El voltaje de circuito abierto se da en la placa de datos emitida por el fabricante y permite verificar el estado del módulo. La corriente de Cortocircuito ( $I_{sc}$ ) determinará la máxima corriente de entrega del módulo y se produce cuando se genera un cortocircuito (Bayod-Rújula, 2009).

### 1.3.18 TIPOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

#### 1.3.18.1 MÓDULO MONO CRISTALINOS

Las células fotovoltaicas monocristalinas que pertenecen a la primera generación de células fotovoltaicas están hechas de un lingote monocristalino de silicio fundido de alta pureza, normalmente silicio cristalino (c-Si).

El proceso de extracción tiene como propósito eliminar las impurezas no deseadas, mientras que el proceso de refinado se usa con el triclorosilano que es un compuesto líquido que purifica los sólidos dejándolo así con un grado de alta pureza. Pasa por un último proceso llamado Czchralski en la cual una barra circular de silicio pasa por un sistema de corte extrayendo obleas de medidas necesarias y espesor para celdas solares mono cristalinas.

Los módulos mono cristalinos son considerados por su alto rendimiento de laboratorio con un 24% y rendimiento directo entre un 15 – 18% de eficiencia siendo las más adecuadas para una instalación (Bayod-Rújula, 2009).



**Figura 11.** Módulo Fotovoltaico Mono cristalino (Bayod-Rújula, 2009).

### **1.3.18.2 MÓDULOS POLI CRISTALINOS**

Las células fotovoltaicas policristalinas pertenecen al segundo tipo de células solares de primera generación y están hechas de una rebanada cortada de un bloque de silicio. Estas celdas fotovoltaicas contienen múltiples cristales de silicio, lo que facilita la producción de obleas en moldes a partir de múltiples cristales de silicio.

Las células fotovoltaicas policristalinas consisten en un bloque de silicio cristalizado en forma de múltiples cristales. Su eficiencia media es del 13 % al 20 % y su coste de producción es ligeramente inferior al de las células monocristalinas (Sunfields, 2015).



**Figura 12.** Módulo Fotovoltaico Poli cristalino (Alcívar, 2020).

### **1.3.18.3 MÓDULOS DE SILICIO AMORFO**

Las celdas de silicio amorfo tienen como característica un proceso de fabricación sencillo utilizando silicio de mala calidad y en pocas cantidades lo que reduce la recolección de fotones, sin embargo son aptas para uso de interiores o en ambientales con demasiado polvo sin dejar de lado su flexibilidad.

Las celdas solares poseen láminas cortadas dando la forma de tiras delgadas para usarlas en la religión de capas sobre un sustrato como vidrio o plástico. Tienen como particularidad un voltaje bajo de operación e ideas para sistemas de bombeo. Los módulos de silicio amorfo poseen un rendimiento de



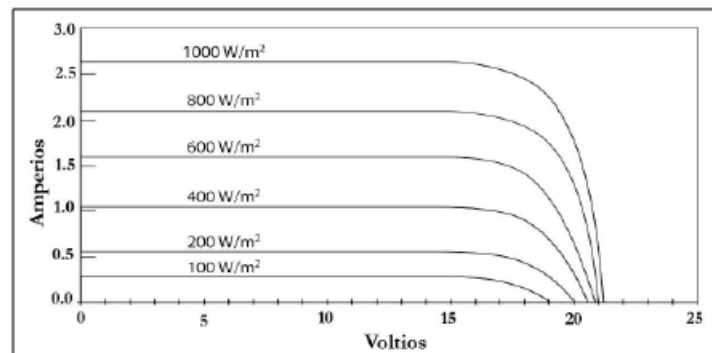
laboratorio entre el 16% y rendimiento directo de un 10%. Tiene la característica visual de un color azulado (Lazo, 2019).



**Figura 13.** Módulo Fotovoltaico de Silicio Amorfo (Lazo, 2019)

### 1.3.19 INTENSIDAD DE RADIACIÓN SOLAR

La corriente entregada por el módulo es directamente proporcional a la cantidad de radiación al que es sometido. A mayor obtendremos mayor corriente y por ende mayor potencia ya que esta es determinada por el producto del voltaje y corriente. El voltaje comúnmente es poco afectado con respecto a la disminución de la radiación donde asumimos que el comportamiento se mantiene casi constante ante la variación de radiación (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

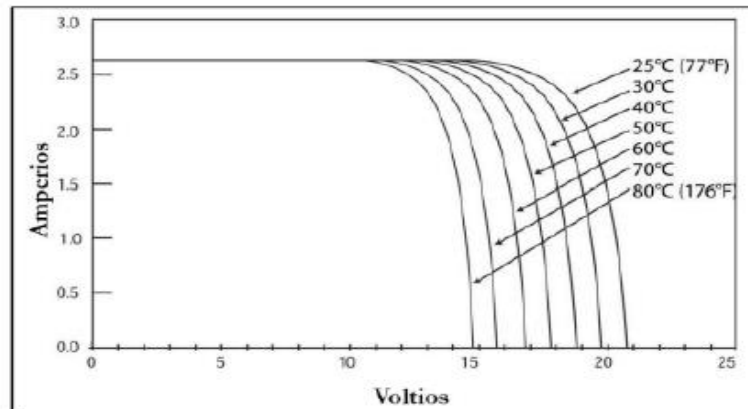


**Figura 14.** Efecto en la Intensidad de Radiación (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

### 1.3.20 TEMPERATURA DE LA CELDA

La variación de temperatura puede ver en la tensión, es decir, que es inversamente proporcional a la temperatura de la celda ya que el calor es considerado como resistencia eléctrica (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007). El flujo de aire es esencial para evitar el aumento exceso de temperatura ya que las celdas emiten de manera natural temperaturas elevadas es por eso que la estructura donde está sujeto el módulo ayudan a que la corriente de aire normalice la temperatura de las celdas para compensar la caída de tensión emitida por altas temperaturas ya que como

condiciones estándares de medida la temperatura de la celda debería estar a 25 C° lo cual es imposible debido a que muchas veces los módulos están sobre techos calientes (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007). La potencia a condiciones estándares de medida a 20°C equivale a un 88% de potencia aprovechada, es decir, que un módulo de 100W se aprovechará 88W de potencial nominal (Fernández, 2018).



**Figura 15.** Efecto de la Temperatura (Fernández, 2018)

### 1.3.21 SOMBREADO

El sombreado en un módulo o arreglo fotovoltaico tiene efectos negativos y en casos particularidades peligrosos ya que la producción de potencia se ve afectado con la disminución de la misma e inversión de los elementos. Dependiendo del tipo de modulo por sus características de fabricación pueden demostrar una reducción dramática donde el porcentaje de sombra de la celda es casi equivalente a la pérdida porcentual de potencial en el módulo (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

**Tabla 1.** Efecto sombra de las celdas (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

Efecto de sombras de las celdas sobre la potencia del módulo	
Porcentaje de sombra de una celda	Pérdida porcentual de potencia en el módulo
0%	0%
25%	25%
50%	50%
75%	66%
100%	75%
3 celdas sombreadas	93%

Las conexiones de cada celda en el módulo pueden ser en un circuito serie obteniendo un recorrido por todas las celdas, por esta razón se usan diodos llamados bypass cuya función es la de permitir el paso de corriente evitando la celda afectada y que el módulo deje de funcionar.

El efecto posee dos tipos de sombreado uno regular y con un solo punto de máxima potencia donde establece que la afectación será igual a todas las cadenas del módulo obteniendo una potencia más baja, pero sin daños graves. Un sombreado irregular posee afectación de manera irregular en módulos con conexiones de celdas de un circuito paralelo se producirá un punto caliente asumiendo que la afectación como una carga a alimentar.

El punto caliente no genera daños graves si es una conexión de dos cadenas en paralelo ya que podría soportar las 15 A sin ningún inconveniente, pero al ser conexiones de más de tres cadenas la corriente puede superar los límites de aceptación del módulo e incurrir a daños graves, pérdida vital útil e incendios (Olivera, 2019).

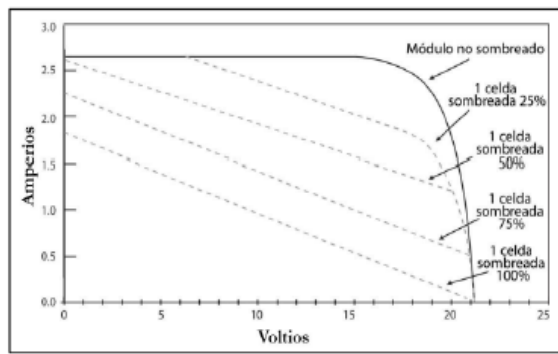


Figura 16. Efecto de sombra en Módulo (Olivera, 2019)

### 1.3.22 SISTEMA ACUMULADOR O BATERÍAS

Las baterías solares son aquellas que trabajan como almacenes de electricidad, acumulan la electricidad generada por los paneles solares en momentos de baja demanda y la suministran en momentos de mayor demanda. Estas baterías son capaces de transformar la energía eléctrica en energía química transforman, de nuevo, la energía química en electricidad. Dependiendo de la tecnología utilizada por los fabricantes de baterías para paneles solares, existen diferentes tipos de acumuladores solares. Debido a que no todas las instalaciones solares requieren el mismo tipo de acumulador de energía, es útil comprender todas las distinciones para elegir la mejor opción de batería. (Planas, Energía Solar, 2021).



**Figura 17.** Sistema Acumulador o Batería de un sistema fotovoltaica (Damia Solar, 2022).

### 1.3.23 TIPOS DE BATERÍAS

#### 1.3.23.1 BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO:

- **Baterías de arranque:** Diseñadas para ciclos muy poco profundos, utilizados en el sector de arranque para la automoción, proporcionando elevadas corrientes en cortos periodos de tiempo (Abella, 2005).
- **Baterías de tracción:** Diseñadas para ciclos muy profundos, utilizadas primordialmente en vehículos eléctricos. Estas baterías tienen número menor de placas, pero más gruesas y construidas para una mayor durabilidad. Se utilizan rejillas con alto contenido en plomo-antimonio para mejorar el ciclado profundo (Abella, 2005).
- **Baterías estacionarias:** Las baterías solares estacionarias cuentan con una tecnología superior y pueden manejar hasta 3.000 ciclos de carga y descarga. También puedes descargar hasta el 80% del contenido. Estos son beneficiosos para grandes residencias o casas que no están conectadas a la red eléctrica (Abella, 2005).

#### 1.3.24 CARACTERÍSTICAS:

- **Baterías de Pb-antimonio:** Se usa antimonio como elemento principal en la aleación, su genera una mayor fortaleza mecánica a las rejillas y altos regímenes de descarga. De igual manera se limitan la pérdida de material activo y tienen un mayor tiempo de vida. Por otro lado, la mayoría son de tipo abierto con tapones recombinantes para disminuir el mantenimiento. (Abella, 2005).
- **Baterías de Pb-calcio:** El calcio se usa de igual manera en la aleación de las rejillas, ya que poseen baja auto descarga y menor mantenimiento. En general este tipo de baterías no toleran bien la sobrecarga, las descargas muy profundas y la operación a elevadas temperaturas.
- **Existen dos tipos de baterías Pb calcio:** las abiertas también denominadas "sin mantenimiento" y las selladas que incorporan la cantidad suficiente de electrolito para su tiempo de vida sin adición de agua (Abella, 2005).

- **Baterías híbridas:** Por lo general este tipo abierto de baterías poseen capacidades en torno a los 200 Ah. Su diseño más común utiliza placas positivas tubulares combinando las ventajas de ambos elementos (Abella, 2005).
- **Baterías de electrolito inmobilizado:** Son otro tipo de baterías de plomo-ácido, con la principal característica de contar con el electrolito inmobilizado, son muy sensibles a los métodos de carga, voltajes de regulación y operación de gel y las AGM (Abella, 2005). Estas baterías usan un mecanismo interno de recombinación que tiene como función el minimizar el escape de gases, por ende, la reducción de las pérdidas de agua (Abella, 2005).



Figura 18. Batería Sellada AGM (Abella, 2005).

- **Baterías de níquel-cadmio:** Las principales características de las baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd) son su larga vida, con un bajo mantenimiento, no le afectan las sobrecargas excesivas en cualquier sistema, y los voltajes de regulación no son parámetros críticos en ningún momento (Abella, 2005).
- **Baterías Alcalinas:** Las baterías alcalinas se clasifican según su material de sus placas positivas y negativas en níquel-cadmio y níquel-hierro que es una solución electrolítica de hidróxido. Posee voltajes nominales de 1.2 V por celda y voltajes nominales de terminación de entre 1.65 – 1.8 V. Tienen la particularidad de tener un precio elevado y no se afectan ante temperaturas extremas ya que pueden alcanzar -45° o menos, es por eso que estas baterías son ideales para instalaciones comerciales o industriales (Bayod-Rújula, 2009).



Figura 19. Baterías Alcalinas (Bayod-Rújula, 2009).

### 1.3.25 CARACTERÍSTICAS DE BATERÍAS

1. **Días de Autonomía:** El régimen de carga se define como la intensidad de la corriente eléctrica utilizada en el proceso y se expresa en forma normalizada en relación a la capacidad en amperio-hora. En las aplicaciones fotovoltaicas suelen estar dentro del rango de corrientes de entre 10 a 100 horas, I(C10) a I(C100) (Abella, 2005).
2. **Capacidad de las Baterías:** La capacidad de las baterías es una medida del poder de la batería para almacenar o suministrar energía eléctrica, y se expresa comúnmente en amperios-hora (Ah). Esta depende de múltiples factores de diseño y operacionales, entre los cuales están los factores de diseño que incluyen la cantidad de material activo, el número de celdas y dimensiones de las placas, y de densidad del electrolito. Mientras que en los factores operacionales se incluyen factores como el régimen de descarga, la profundidad de descarga, los voltajes de corte y recarga, la temperatura de operación, el ciclado y la "historia" de la batería (Abella, 2005).
3. **Rendimiento de la batería:** El rendimiento de las baterías depende totalmente del tipo de batería, método de carga, regímenes de carga y descarga, profundidad de descarga y temperatura. En general el rendimiento de las baterías suele ser mayor cuando el estado de carga es bajo y disminuye cuando la batería alcanza su plena carga (Abella, 2005).
4. **Condiciones Ambientales:** La temperatura de operación en las condiciones ambientales tiene importantes efectos en el tiempo de vida de la batería. La operación a bajas temperaturas aumenta su tiempo de vida, pero disminuye su capacidad, mientras que la temperatura afecta más el tiempo de vida de las baterías de plomo-calcio que a las de plomo-antimonio o níquel-cadmio (Abella, 2005).
5. **Regulador de carga:** La función principal de un regulador de carga en un sistema fotovoltaico autónomo es la realización de un proceso óptimo de carga de batería, permitiendo la carga completa, pero evitando la sobrecarga y la sobre descarga del mismo. El regulador de carga define el proceso de carga de una batería y es responsable de la capacidad del sistema de satisfacer los consumos como de la vida útil de la batería. Su funcionamiento tiene una gran influencia en la vida útil de la batería y por tanto en el coste final de hasta el 20% del sistema (Abella, 2005).
6. **Principales Funciones de los reguladores:**
  - Prevenir la sobrecarga de la batería limitando la energía suministrada a la batería por el generador FV cuando la batería está plenamente cargada.
  - Prevenir la sobre descarga de la batería.
  - Proporcionar informaciones de control del consumo, conectar y desconectar los consumos en un momento determinado.
  - Establecer un control de consumos prioritarios.
  - Genera información del estado del sistema a los usuarios u operarios, mostrando o indicando datos como el voltaje y corriente

de la batería, estado de carga, alarmas, entre otra información necesaria.

- Funciona como un mecanismo de control para la conexión de otros generadores auxiliares de energía.
- Serve como centro de cableado proporcionando un punto de conexión para otros componentes en el sistema, incluyendo el generador FV, la batería y las cargas o consumos.



**Figura 20.** Ejemplos de reguladores de carga para sistemas fotovoltaicos autónomos. (Abella, 2005).

### 1.3.26 CONTROLADOR PWM

Los controladores PWM también llamados controladores por modelación de amplitud de pulso son aquellos que reducen la corriente de carga y descarga de manera cíclica tomando en cuenta la amplitud, es decir, la duración o amplitud de la corriente disminuirá de forma parcial el voltaje hasta una carga ideal o desconectarla si tiene carga completa (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007).

### 1.3.27 CONTROLADOR MPPT

Los controladores MPPT son elementos electrónicos más modernos donde cuentan con reductores de voltaje asegurado un beneficio para el arreglo fotovoltaico, tienen la función de aprovechar el exceso de voltaje indicado en la curva de voltaje y corriente del módulo donde la convierte en corriente. Algunos de los parámetros que se toman en cuenta para aprovechar el voltaje y la potencia máxima son la corriente máxima de salida que se debe ajustarse y soportar la corriente concluye su camino en las baterías para una potencia máxima. (Hoyos, 2011).

### 1.3.28 INVERSORES

En sistemas fotovoltaicos autónomos para poder utilizar cargas en corrientes alternas se necesita un dispositivo electrónico, denominado inversor el cual convierte la corriente continua en corriente alterna. (Abella, 2005).

- Inversores de Onda Cuadrada: Los inversores de onda cuadrada son aquellos que son más económicos dentro del mercado. La onda cuadrada

genera distorsión armónica total (THD) la cual es bastante elevada aproximadamente en un 40% y su rendimiento está en torno al 50-60%. La potencia de sobrecarga es baja, del 10-20% de la potencia nominal. Su regulación de voltaje también es muy baja. (Abella, 2005).

- Inversores semi-senoidal o quasi-senoidal SPWM: Los inversores de onda semi-senoidal o quasi-senoidal presenta una THD son utilizados en electrificación rural para alimentar los electrodomésticos incluyendo ordenadores y equipos musicales. También se usan en impresoras láser, los microondas y los relojes (Abella, 2005).
- Inversores senoidales: Los inversores senoidales son aquellos generadores de ondas los cuales tienen un cuidadoso filtrado de la señal generada. Por general son una excelente opción para la alimentación de cargas AC. Algunos tipos de consumos electrónicos son dentro de las telecomunicaciones o instrumentación delicada. Los inversores que producen ondas senoidales se están imponiendo sobre el resto de inversores ya que su uso está siendo implementado incluso para las aplicaciones más simples (Abella, 2005).

### **1.3.29 CABLEADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

El cableado dentro del sistema fotovoltaico es conocido como el cableado conductor utilizado para conectar los paneles de un sistema fotovoltaico, los conductores de cobre son los más utilizados por su conectividad y comercialización al igual que los conductores de aluminio, pero no es recomendable usar conductores de aluminio ya que estos son útiles para entradas de servicio aéreo o subterráneos (Díaz, 2020).

### **1.3.30 CALIBRE DE CONDUCTORES**

Cuando los conductores viajan por un conductor, una parte de la energía que llevan se convierte en calor, el cual representa pérdidas en este tipo de sistema.

Los dos aspectos más influyentes en estas pérdidas son:

- La corriente: Medido en Amperios (A).
- La resistencia de cable, medido en Ohms ( $\Omega$ ) en función de su área seccional y material.

Para disminuir las pérdidas en los conductores en un SFA, hay que garantizar que los conductores tengan un área seccional adecuada: cuanto mayor es el tamaño de un conductor, menor es su resistencia. (Díaz, 2020).

### **1.3.31 TIPO DE CONDUCTOR**

Los conductores de cobre tipo PV WIRE son utilizados para circuitos de fuerza en instalaciones de energía solar fotovoltaica; son básicamente aptos para instalaciones en exteriores tal como se especifica en el National Electrical Code. Este tipo de conductor puede ser destinado en lugares secos y



húmedos, su temperatura máxima de operación es 90°C y su tensión de servicio puede ser 1 o 2 kv. (ELECTROCABLES, 2018).

### 1.3.32 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección tienen una doble función: proteger a las personas en caso de una avería y proteger a los componentes y equipos del sistema. (Díaz, 2020).

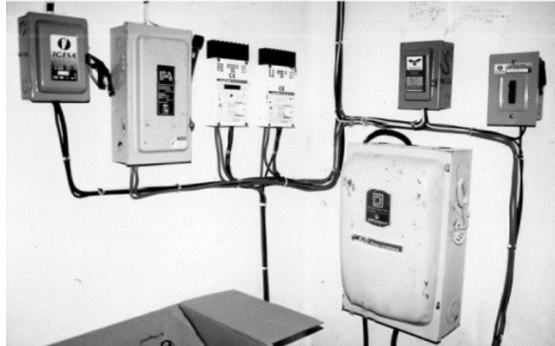


Figura 21. Protecciones de corriente continua y alterna (Díaz, 2020).

### 1.3.33 FUSIBLES

Las protecciones de un SFA se dividen básicamente entre fusibles e interruptores magnético-térmicos. Su función principal es abrir un circuito cuando la corriente exceda el límite e impide el paso de la energía, protegiendo de esta manera los equipos de usuarios (Díaz, 2020).

### 1.3.34 LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra es aquella medida de seguridad en la instalación de un SFA y consiste en la conexión eléctrica de las partes metálicas de los equipos con la tierra y la conexión eléctrica de un conductor activo a tierra.

Entre sus funciones tenemos:

- Protección contra rayos: Protege a los usuarios y equipos en caso de la caída de un rayo durante una tormenta eléctrica.
- Protección en caso de caso de corto-circuito: En caso de un corto circuito en un equipo, evita que las partes metálicas del equipo estén “vivas”, protegiendo a los usuarios (Díaz, 2020).

## **2. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación de la investigación para el diseño de un sistema termofotovoltaico para las oficinas de CEDEDI La Concordia; consta de la siguiente ubicación, con las coordenadas: Latitud -0.0266095, Longitud -79.3667515,792. En la figura 22, se observa la vista satelital y en la Figura 23, se observa el emplazamiento de la Empresa CEDEDI La Concordia.

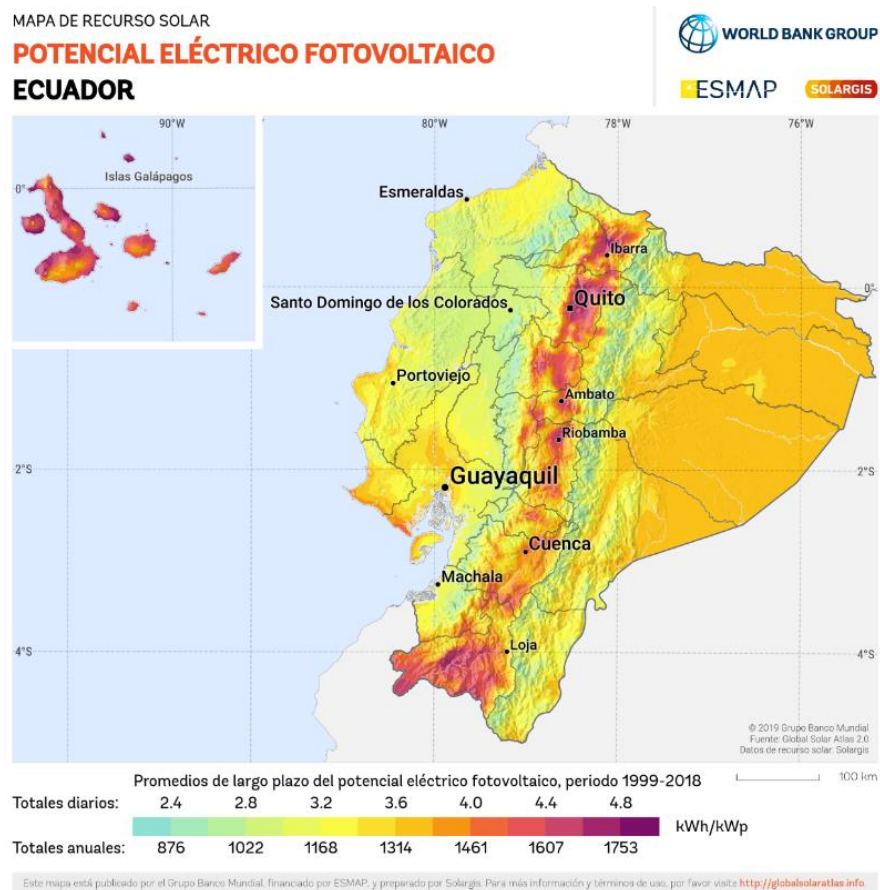
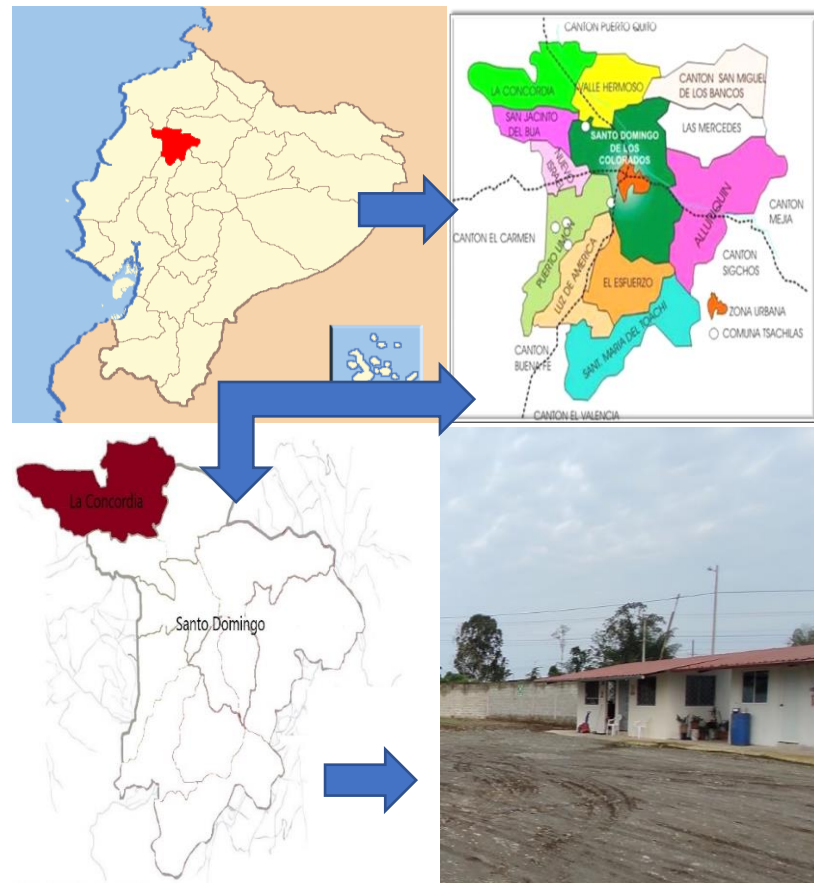


Figura 22. Vista satelital en la zona de investigación (Solargis, 2022).



**Figura 23.** Emplazamiento de la empresa CEDEDI La Concordia.

## 2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este tipo de investigación es teórica, utilizando una forma de investigación descriptiva, las técnicas utilizadas con la ayuda de la recolección de información entre ellas son: la observación directa e investigación bibliográfica. Para la ayuda de evaluación de datos recopilados utilizamos los siguientes programas: Microsoft Office Excel y el programa de diseño SolidWorks y con el programa de Microsoft PowerPoint realizamos la presentación final de la información recopilada y analizada.

## 2.3 ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

Con ayuda de tabulación de datos recolectados de SOLARGIS, donde indica en un promedio diario de la irradiación en la localidad de la concordia estos datos están medidos en kWh/m<sup>2</sup>/día, de esta manera se analizó el rendimiento del SV.

El tiempo promedio de luz solar en Ecuador es de 5.5 horas al día. La Tabla 2, constata la irradiación solar mínima y máxima en la zona ubicada de investigación por un lapso de 12 meses.

**Tabla 2.** Radiación promedio por mes en la empresa CEDEDI La Concordia (kWh/m<sup>2</sup>/día) (PYGIS, PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL, 2020).

MESES													
Gdm	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media Anual
0°	3,55	3,81	4,11	4,17	3,60	3,24	3,26	3,38	3,33	3,34	3,40	3,33	3,54
16°	3,64	3,84	4,04	3,97	3,37	3,00	3,03	3,19	3,24	3,33	3,47	3,43	3,46
31°	3,55	3,81	4,11	4,17	3,60	3,24	3,26	3,38	3,33	3,34	3,40	3,33	3,54
46°	3,64	3,84	4,04	3,97	3,37	3,00	3,03	3,03	3,19	3,24	3,33	3,47	3,43
90°	1,98	1,82	1,53	1,38	1,34	1,22	1,21	1,24	1,24	1,49	1,83	1,94	1,52

Como se puede observar en la Tabla 2, muestra la irradiación solar que es constante al año, según el periodo para realizar el diseño tomamos en cuenta el día de baja radiación solar por la relación generación/consumo sea la más adecuada. La Tabla 3, podemos observar datos obtenidos por la página oficial de la NASA, el mes de menor radiación en la zona de la empresa CEDEDI La Concordia, es junio.

**Tabla 3.** Mes de muy bajo nivel de radiación solar en la zona de investigación (PYGIS, PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL, 2020).

Tabla 4. Gdm	Tabla 5. Jun
0°	3,24
16°	3,00
31°	3,24
46°	3,00
90°	1,22

## 2.4 ÁNGULO DE INCLINACIÓN

Por normas el panel solar debe ser orientado hacia el sur dependiendo al hemisferio que se encuentre, por la zona de la investigación (Eniquez, Fernandez, & Gonzales, 2007). Nos indica utilizar la formula basada en el análisis estadístico de radiación solar anual, sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar. Utilizamos la ecuación 1.

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 x [\theta] \quad [5]$$

Donde:

$\beta_{opt}$ : Ángulo de inclinación óptima (grados sexagesimales).

$[\theta]$ : Latitud del lugar, sin signo (grados sexagesimales).

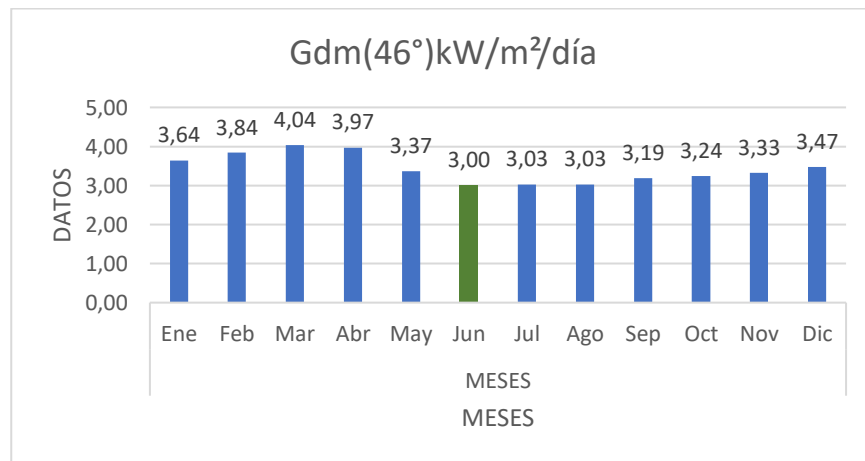
Lograremos calcular el ángulo de inclinación óptima en la zona de investigación cuya latitud es -79.4064. Se utilizó la Ecuación 6. Obtenemos el resultado un ángulo óptimo de inclinación de

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 x [\emptyset] \quad [6]$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + (0.69 x [-79.4064^\circ])$$

$$\beta_{opt} = 58.50^\circ$$

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico los paneles solares tendrán una inclinación de 58.50°, para optimización del subsistema de generación de irradiación solar de 3 kWh/m², obtenido del ángulo de 46° de la NASA dentro del análisis el ángulo más cercano y óptimo calculado. La figura 25 y la Tabla 4 indican la irradiación solar durante los 12 meses del año, del ángulo de 58.50° de PYGIS.



**Figura 24.** Comportamiento de radiación solar en una inclinación (46°) (PYGIS, Photovoltaic Geographical, 2020).

**Tabla 4.** Radiación solar en el ángulo de 46° en (kwh/m²) (PYGIS, PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL, 2020).

MESES												Media Anual
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
3,64	3,84	4,04	3,97	3,37	3,00	3,03	3,03	3,19	3,24	3,33	3,47	3,42916667

## 2.5 ESTIMACIÓN DE LA CARGA

Por otra parte, de la investigación consideramos las cargas necesarias de la empresa de CEDEDI La Concordia, que la instalación del sistema fotovoltaico necesario.

(Rodríguez, 2018) en un artículo "mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaico en las zonas rurales", señalan que el cálculo de la potencia instalada (W) se considera el inventario de cada equipo con su potencia nominal unitaria y la cantidad de dispositivos consumidores de energía que existen. Para el cálculo usaremos la ecuación 7.

$$P = C_e \times P_{nu} \quad [7]$$

Donde:

$P$  : Potencia (w)

$C_e$  : Cantidad de equipos

$DMU$  : Potencia nominal unitaria (W)

Para delimitar la potencia instalada consideramos los parámetros eléctricos de las especificaciones técnicas de los diferentes equipos usados en la empresa CEDEDI La Concordia, a continuación, la Tabla 4, el total de las cargas con sus potenciales nominales en (Watts) y el total de la potencia instalada en (Watts).

**Tabla 5.** Potencia nominal total instalada en la empresa CEDEDI La Concordia (Empresa Eléctrica Quito, 2014).

RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	EE Un (%)	CIR (W)	ES n (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn(W)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	PUNTOS DE ILUMINACIÓN	20	100	2000	10	200	80	1600
	COMPUTADORA	3	35	1050	60	620	40	248
	IMPRESORA	3	300	900	40	360	30	108
	TELEVISOR	2	150	300	50	150	40	60
	LAPTOPS	3	100	300	70	210	50	105
	TOMACORRIENTES	15	300	4500	10	450	10	450
	REFRIGERADOR	1	800	800	30	240	10	24
	VENTILADOR	2	45	90	80	72	70	50,4
	BOMBA 1HP	1	745,7	745,7	40	298,3	40	119,31
<b>TOTALES</b>				10686		8450		2764,7

## 2.6 ESTIMACIÓN DE LA CARGA

Con la cantidad del más bajo consumo de horas solares pico de un mes logramos dimensionar el para el peor escenario que se puede dar en el proyecto.

**Tabla 6.** Cálculo de consumos de la empresa CEDEDI La Concordia (EUROPEAN COMMISSION, 2022).

AÑO	Meses	H(i)_m	Días	HSP	Tm
2021	Enero	179	31	7.82	36.8
2021	Febrero	161	28	7.56	35.4
2021	Marzo	177	31	7.92	35.9
2021	Abril	169	30	7.39	34.1
2021	Mayo	167	31	7.17	35.2
2021	Junio	175	30	6.15	35.8
2021	Julio	178	31	7.45	35.4
2021	Agosto	158	31	7.90	35.9
2021	Septiembre	179	30	7.86	36.4
2021	Octubre	154	31	7.09	34.8
2021	Noviembre	166	30	7.20	35.1
2021	Diciembre	178	31	7.34	35.6

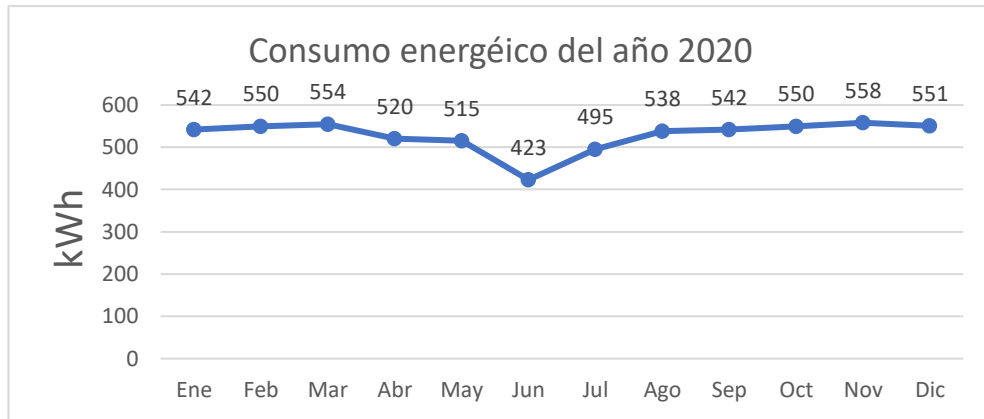
El resultado del consumo energético en la empresa CEDEDI La Concordia se llevó a cabo enfocado en la facturación por consumo mensual brindada por CNEL, conseguimos analizar una data del mes febrero del año 2020 hasta febrero del año 2021. La Tabla 6, indica el consumo energético de la Empresa CEDEDI La Concordia.

**Tabla 7.** Consumo energético en la empresa CEDEDI La Concordia en (kWh/mes) (CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD, 2022).

AÑOS	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2020	542	550	554	520	515	423	495	538	542	550	558	551
2021	569	565	545	550	492	458	502	546	524	576	638	558

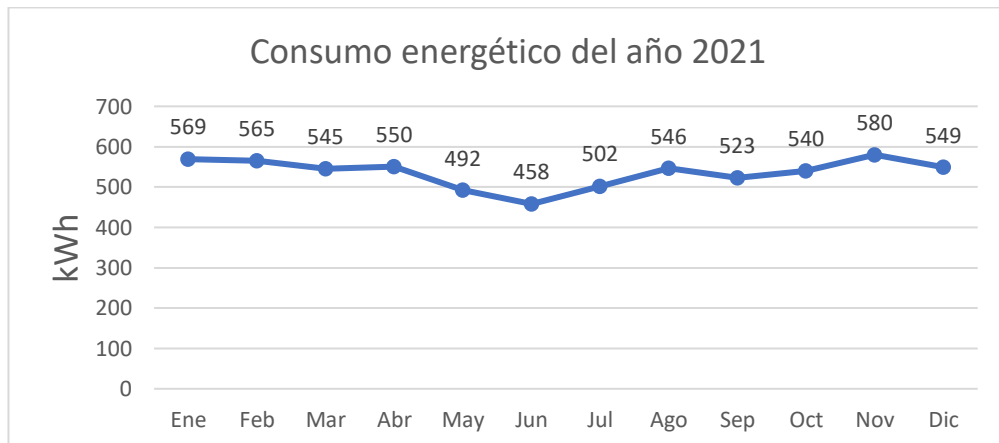
La figura 25, se grafica el consumo energético en kWh/mes del año 2020, podemos observar la decreciente tendencia del mes de enero al mes de junio. Desde el mes de Julio se puede observar el aumento de consumo hasta el último mes de año.





**Figura 25.** Consumo energético del año 2020. (Corporación Nacional de Electricidad, 2022).

La figura 26, se grafica el consumo energético en kWh/mes del año 2021, en la gráfica detalla los picos de cada mes según al consumo de la empresa, constatando que el mes de noviembre tiene el pico más alto en consumo energético y junio el de menor consumo. A continuación, existe un aumento en el mes de agosto y de nuevo una caída en el mes de diciembre representado en el gráfico.



**Figura 26.** Consumo energético del año 2021. (Corporación Nacional de Electricidad, 2022)

**Tabla 8.** Consumo energético (kWh/mes) de los dos últimos años (CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD, 2022)

Meses	Años	
	2020	2021
Enero	542	569
Febrero	550	565
Marzo	554	545
Abril	520	550
Mayo	515	492
Junio	423	458
Julio	495	502
Agosto	538	546
Septiembre	542	523
Octubre	550	540
Noviembre	558	580
Diciembre	551	549
Consumo máximo	556	574,5
Promedio del consumo máximo por mes	528,17	534,92
Promedio del consumo máximo por día	17,61	17,83

Logramos identificar el total del consumo energético, nos vamos a enfocar en los consumos máximos de los años 2020 y 2021. En el año 2020 tenemos un dato pronosticado de los meses señalados de enero a junio en don utilizaremos la siguiente Ecuación 8, se tomó en cuenta el consumo energético diario para identificar el sistema a utilizar. Con un resultado obtenido de la Ecuación 9, tenemos como dato final un consumo diario:

$$E_{CM} = 1.2 * C \quad [8]$$

Donde:

$$E_{CM} = \text{Energía de Consumo Máximo}$$

$$C = \text{Consumo}$$

$$E_{CM} = 1.2 * C = 1.2 * 2764.7 \text{ Wh}$$

$$E_{CM} = 3316 \text{ Wh}$$

## 2.7 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Utilizando la siguiente ecuación 10 definimos la Potencia Nominal:

$$E = P_n * t * PR \quad [9]$$

$P_n$  = Potencia Nominal  
 $E$  = Energía  
 $t$  = tiempo de uso (Hora solar pico)  
 $PR$  = Eficiencia del sistema

$$E = P_n * t * PR \quad [10]$$

$$P_n = \frac{E}{t * PR}$$

$$P_n = \frac{3316 \text{ Wh}}{t * PR}$$

$$P_n = \frac{3316 \text{ Wh}}{6.15 * 0.6570}$$

$$P_n = 1474.39 \text{ W}$$

Con la ayuda de la ecuación 11 calculamos la potencia pico:

$$P_p = 1.2 * P_n \quad [11]$$

Donde:

$P_p$  = Potencia Pico

$$P_p = 1.2 * 1474.39$$

Con la ayuda de ecuación 12 calculamos el número de módulos Fotovoltaicos necesarios para el proyecto:

$$No_{\cdot}Mod = \frac{P_p}{P_{mod}} \quad [12]$$

Donde:

$No_{\cdot}Mod$  = Número de módulos fotovoltaicos

$P_{\cdot}Mod$  = Potencia del módulo fotovoltaico

$$No_{\cdot}Mod = \frac{1474.39}{280} = 5.26 \approx 5 \text{ módulos fotovoltaicos}$$

Tipo	Monocristalino
Modificacion	72 celulas de 158mm
Voltaje Circuito Abierto Voc	48.60
Voltaje Potencia Maximo Vmpp	39.92
Corriente Circuito Cerrado Isc	10.40
Corriente Potencia Maxima Imp	10.02
Eficiencia Panel	20.61 %
Dimensiones	1980×1002×40mm
Peso	22.9 kg
Voltaje	24V
Potencia	400Wp

**Figura 27.** Ficha Técnica (PROVIENTO S.A, 2001).

## 2.8 DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

### 2.8.1 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL INVERSOR

En el caso de correcto dimensionamiento del inversor adecuado tendremos en cuenta que la potencia pico será la cantidad de paneles calculados por la capacidad del módulo fotovoltaico con ello logramos identificar la potencia necesaria del inversor, ayudándonos de la ecuación 13:

$$P_p = N_{o.Mod} * Capacidad\ del\ Módulo \quad [13]$$

$$P_p = 5 * 280Wp = 1400w$$

Dado las características se seleccionó el Inversor 1500W Onda Sinoidal ZONHAN y este inversor trabaja a una frecuencia de 60Hz para evitar el alto ruido al usuario.



INVERSORES ZONHAN

**Inversor económico de onda sinoidal pura con una potencia de 1500VA y pantalla digital para voltaje entrada y salida**

**Inversor economico para aplicaciones fijas de onda sionidal pura con todas las protecciones. Diseño con componentes de calidad para aguantar el trabajo rudo. Con Display para Voltaje y Potencia. Desconexión con voltaje bajo. Incluye toma de 5VDC USB**

Potencia max: 3000W (2 seg)

THD: < 3%

Eficiencia 90%

Consumo propio: 15W

Temperatura de operacion: -10 ... 50°C

Dimensiones: 315\*195\*135mm

Peso: 2.6kg

12V o 24VDC

(depende el modelo)

1500VA

115VAC/60Hz

**Figura 28.** Datos inversores Zonhan. (PROVIENTO S.A, 2001)

## 2.8.2 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Usaremos la ecuación 14 para determinar el tamaño del sistema acumulador o banco de baterías:

$$C_{SB} = \frac{E_{CM} * D_{AUT}}{V_{SB} * MPD} \quad [14]$$

Donde:

$C_{SB}$  = Capacidad del Sistema de Baterías

$E_{CM}$  = Energía de Consumo Máximo

$D_{AUT}$  = Días de Autonomía

$V_{SB}$  = Voltaje del Sistema de Baterías

$MPD$  = Máxima profundidad de descarga (%)

$$C_{SB} = \frac{3316 \text{ Wh} * 6 \text{ días}}{24 \text{ VDC} * 70\%} = 1184.28 \text{ Ah}$$

Con la ayuda de la ecuación 15 y ecuación 16 calculamos el número de Baterías en serie:

$$V_{SB} = N_S * V_B \quad [15]$$

Despejamos:

$$N_S = \frac{V_{SB}}{V_B} \quad [16]$$

Donde:

$V_{SB}$  = Voltaje del sistema de Baterías

$N_S$  = Número de Baterías en Serie

$V_B$  = Voltaje de la Batería

$$N_S = \frac{24 \text{ VDC}}{24 \text{ VDC}} = 1$$

Con la ayuda de la ecuación 17 calcularemos el número de Baterías en paralelo:

$$C_{SB} = N_P * C_B \quad [17]$$

$$N_P = \frac{C_{SB}}{C_B}$$

Donde:

$C_{SB}$  = Capacidad del Sistema de Baterías

$N_P$  = Número de Baterías en Paralelo

$C_B$  = Capacidad de la Batería

$$N_P = \frac{1184 \text{ Ah}}{150 \text{ Ah}} = 7.89 \approx 8 \text{ Baterías en Paralelo}$$

Dimensiones	48 x 24 x 17 cm
Peso	45
Tecnología	GEL
Voltaje	12V
Capacidad	150ah C20
Ciclos De Vida Útil A 30% DOD	2600
Ciclos De Vida Útil A 50% DOD	1600
Ciclos De Vida Útil A 100% DOD	500
Origen	China



**Figura 29.** Características batería BOSCH (PROVIENTO S.A, 2001).

### 2.8.3 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA

Para identificar el regulador adecuado se toma en cuenta el control de procesos de carga y descarga de la batería con la cual se logra proteger el sistema fotovoltaico con la ecuación 18.

$$I_n = 1.25 * I_{SC} * N_p \quad [18]$$

Donde:

$I_n$  = Corriente de entrada al Regulador

$I_{SC}$  = Corriente de Cortocircuito del Módulo

$N_p$  = Número de paneles

$$I_n = 1.25 * 10.40 A * 2 = 26 A$$

Calculamos la corriente de salida del Regulador con la ayuda de la ecuación 19.

$$I_{out} = 1.25 * \frac{P_{INV}}{V_{SB}} * \frac{n_{INV}}{V_{SB}} \quad [19]$$

Donde:

$I_{out}$  = Corriente de salida del Regulador

$P_{INV}$  = Potencia del Inversor

$n_{INV}$  = Eficiencia del Inversor

$V_{SB}$  = Voltaje del Sistema de Baterías

$$I_{out} = 1.25 * \frac{400 W}{12 VDC} * \frac{90 \%}{12 VDC} = 46.29 A$$



Referencia TS-45  
En stock 1 Artículo

#### Ficha técnica

Tecnología	PWM
Corriente Max	45A
Voltaje	12 / 24 / 48V
Pantalla	No

**Figura 30.** Controlador PWM 45A/12-24-48VDC MORNINGSTAR (PROVIENTO S.A, 2001).

## 2.9 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES

### 2.9.1 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

La debida protección en corriente continua es muy importante en un proyecto fotovoltaico ayudando a proteger los equipos del sistema fotovoltaico instalados como son: Conductores, elementos electrónicos como reguladores e inversores con las debidas especificaciones técnicas para el uso adecuado y evitar posibles daños al usuario. Como en cálculos anteriores obtuvimos el número de paneles en paralelo con la ayuda de conectores especiales hacia la caja de elementos conocemos que la corriente de cortocircuito se duplicará llegando a superar 25 A con lo que conlleva la elección de una caja de paso con su debida protección de alta definición de 40 A DE MARCA MORNINGSTAR.

## 2.10 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA CONVECCIÓN

### 02.10.1 CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO Y DEMANDA DE AGUA CALIENTE

Se logra reconocer el agua caliente sanitaria necesaria para satisfacer la demanda del proyecto en litros de agua caliente utilizada al día por los usuarios del proyecto.

### 2.10.2 DATOS DE LA EMPRESA

La ubicación geográfica de la empresa CEDEDI LA CONCORDIA es:

- Altura nivel de mar: 217m
- Latitud: 0.0023
- Longitud: -79.3846

La empresa tiene un personal de 6 empleados, en la Tabla 9 se distribuyen según sus cargos.

Tabla 9. Población de la empresa

POBLACIÓN		
	OFICINA	ESTIVADORES
Hombre		4
Mujer	2	

### 2.10.3 CONSUMOS DE AGUA

Datos obtenidos publicaos por la empresa an final del año 2020, obtenemos los consumos de agua en la empresa son mostrado a continuación:

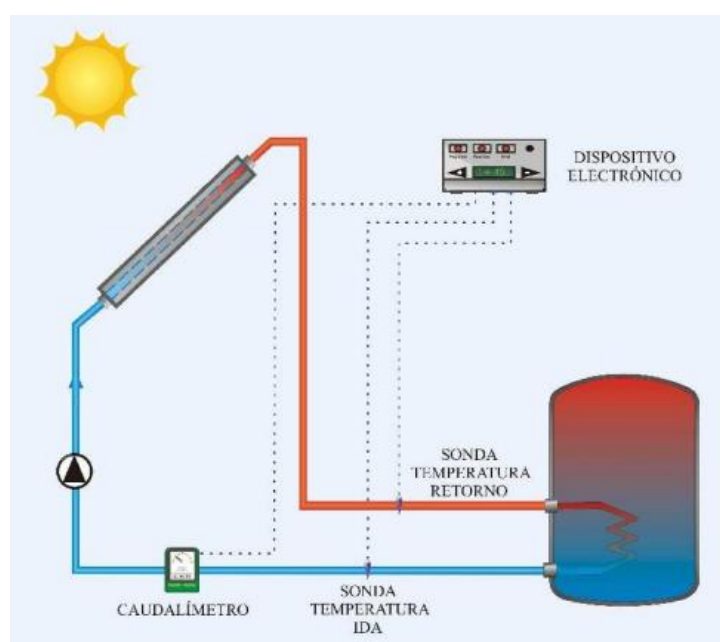


**Tabla 10.** Consumo de agua de la empresa CEDEDI La Concordia

CONSUMO AGUA 2020		
Período	m <sup>2</sup>	Personal m <sup>3</sup>
Ene	190	202
Feb	148	204
Mar	147	195
Abr	190	201
May	128	197
Jun	185	205
Jul	176	190
Ago	177	199
Sep	116	195
Oct	159	205
Nov	192	195
Dic	102	198
<b>TOTAL</b>	<b>1808</b>	<b>2188</b>

## 2.11 DIMENSIONAMIENTO SOLAR TÉRMICA

Primeramente, debemos comprender que un sistema solar térmico está constituido por un conjunto de componentes encargados a realizar funciones para la captación de la energía solar, la cual es sistema se encarga de transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente en un depósito para poder utilizarla después en los puntos de consumo. (Pizarro, 2008).



**Figura 31.** Esquema de una instalación solar térmica (Martínez, 2009).

### 2.11.1 TUBERÍA CU

“La presencia del cobre en todo el sistema garantiza el máximo ahorro energético y el óptimo funcionamiento de éste” (Centro Español de la Información del Cobre, 2018).

Dentro de las principales características que la empresa ISSUU recalca sobre la importancia y el beneficio del uso de tubos de cobre para los sistemas térmicos tenemos:

- Optimizar el ahorro energético global de la instalación.
- Garantizar su durabilidad, calidad y seguridad
- Excelente conductividad térmica
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a presiones y temperaturas extremas
- Montaje fácil y rápido
- Es 100% reciclable
- Garantía de calidad de agua

### 2.12 DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA TÉRMICO SOLAR

Con la ayuda de la ecuación 20 obtenemos el consumo diario de agua por persona en el proyecto:

$$M = l \times N \quad [20]$$

Donde:

$M =$  Consumo

$l =$  Volumen de consumo en litros por persona

$N =$  Numero de personas

$$M = \left( 30 \frac{lt}{día} \right) \times ( 6 \text{ empleados} )$$

$$M = 180 \frac{lt}{día} ( \text{ toda la empresa} )$$

Nos ayudamos de la ecuación 21 para calcular el área

$$A = M/C \quad [21]$$

Donde:

$A$  = Área de la superficie captadora

$M$  = Consumo

$C$  = Producción de agua caliente a 45° C que en la zona del proyecto es de  $C= 85 \text{ l/m}^2\text{-día}$ .

$$A = \frac{\left(180 \frac{\text{lt}}{\text{día}}\right)}{\left(\frac{85 \text{lt}}{\text{m}^2} \cdot \text{día}\right)}$$

$$A = 2.11 \text{m}^2.$$

Por último, con los datos obtenidos y con la ayuda de la ecuación 22 obtenemos el número de colectores necesarios para el sistema.

$$N = A/S_o \quad [22]$$

$N$  = numero de colectores necesarios

$A$  = Área superficie captadora

$S_o$  = Superficie útil del colector dada por el fabricante.

$$N = \frac{2.11 \text{m}^2}{2 \text{m}^2}$$

$$N = 1.005 = 1 \text{ colector}$$

## 2.13 SELECCIÓN DEL SISTEMA TERMICO

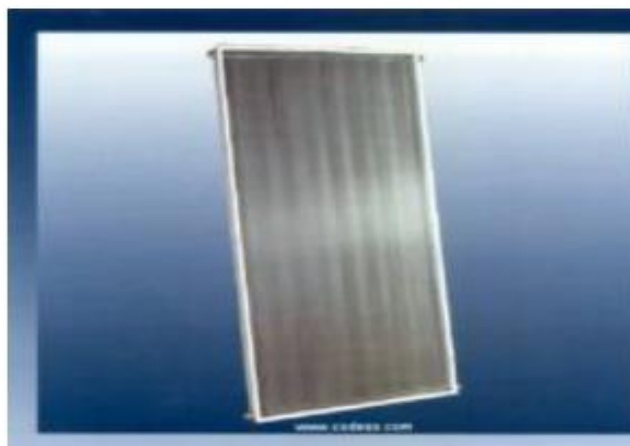
De acuerdo a los datos obtenidos y demanda necesaria del proyecto se seleccionó el COLECTOR TERMICO SOLAR GAROL de la empresa ISOFOTON. El cual cubre la demanda necesaria del proyecto.

Serie		Garol
<b>Placa Colectora</b>		
Tipo	mm	Parrilla de tubos de 20/22 y 8/10 ó 13/15
Construcción		Tubos soldados a chapa
Material		Cobre
Soldadura		Cobre
Superficie útil	m2	1,886
Capacidad	l	1,6 (Garol I)
Presión máx. de trabajo	kg/cm2	6
Presión de prueba	kg/cm2	20
<b>Superficie Absorbente</b>		
Material		Cobre
Absortividad		0,98
Emisividad		0,89
Temperatura máx.	° C	
<b>Cubierta de Vidrio</b>		
Tipo		Templado
Contenido en Hierro	%	0,05
Espesor	mm	3,17
Opacidad		460 micrometer
Transparencia		0,03 - 2,5 micrometer
Transmitancia		0,92

**Figura 32.** Especificaciones del Colector por la empresa ISOFOTON. (CODESOLAR ENERGÍA, 2015)

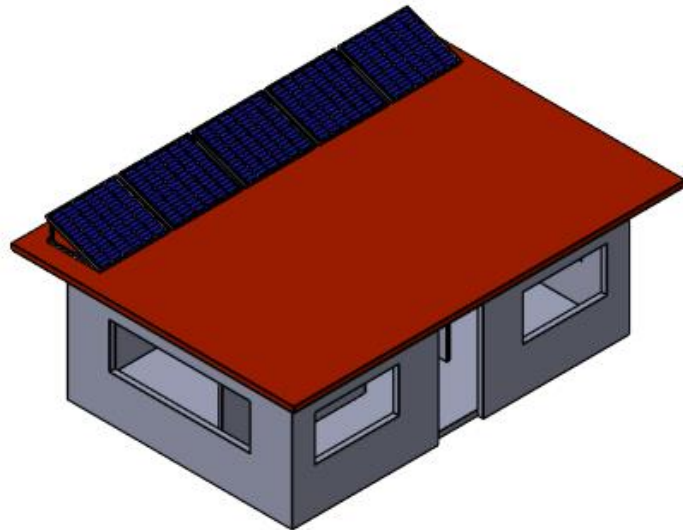
Sus principales ventajas son:

- Alta rentabilidad: ahorros energéticos medios de hasta un 70%
- Bajos costes de mantenimiento de las instalaciones
- Reducidos plazos de amortización.
- Compatibilización de la utilización de energía con el desarrollo sostenible y mejora del Medio Ambiente

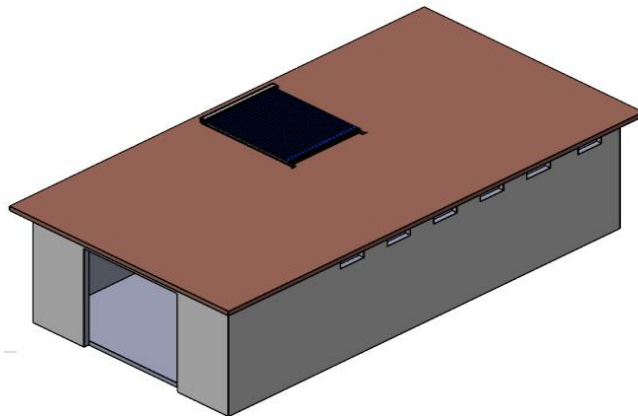


**Figura 33.** Colector solar térmico ISOFOTON GAROL. (CODESOLAR ENERGÍA, 2015)

## 2.14 ESTRUCTURA DEL SOPORTE PLANOS



**Figura 34.** Diseño estructural de un sistema solar fotovoltaico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI la concordia.



**Figura 35.** Diseño estructural de un sistema solar térmico integrado a las oficinas de la empresa CEDEDI La Concordia.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 COSTO DE EQUIPO Y MATERIALES

En la Tabla 11 describe los gastos de los materiales necesarios para la futura implementación del sistema.

Tabla 11. Costos de inversión del sistema.

Cantidad	Material	P. Unitario (USD)	P. Total (USD)
1	Paneles Solares	\$ 240,00	\$ 240,00
1	Inversores	\$ 370,00	\$ 370,00
8	Baterías	\$ 504,00	\$ 4.032,00
1	Soporte	\$ 350,00	\$ 350,00
1	Instalación	\$ 800,00	\$ 800,00
1	Sistema atmosférico	\$ 534,00	\$ 534,00
1	Bomba FPA 15-190	\$ 172,00	\$ 172,00
1	Accesorios sistema atmosférico	\$ 105,26	\$ 105,26
1	Accesorios de instalación	\$ 148,42	\$ 148,42
1	Accesorios bomba FPA 15-90	\$ 25	\$ 25
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 6.751,68</b>

También se debe considerar la capacitación del personal de la empresa para su respectivo mantenimiento preventivo, como el sistema no consta de partes móviles el mantenimiento en si seria de limpieza. Se debería tomar en cuenta \$150 para gastos de capacitación del personal. Y los gastos correctivos que se darán al final de la vida útil de las baterías que tiene una vida útil de 7 años.

#### 3.2 COSTOS DE MANO DE OBRA

Tabla 12. Costo de Mano de obra.

	No. Personas	Horas Trabajo	Costo Hora (USD)	Valor Total (USD)
Mano de Obra	2	8	7.5	120
<b>Valor Total</b>				<b>\$ 120,00</b>

### 3.3 COSTOS INDIRECTOS

Estos tipos de costos son los valores que no podemos identificar directamente a un producto o materiales en específico. Estos costos los podemos identificar como es la alimentación, movilidad de equipos y materiales o enceres de oficina.

Tabla 13. Costos Indirectos.

Descripción	Precio (USD)	Total
Materiales de oficina	\$ 25,00	
Transporte de equipos	\$ 30,00	
Alimentación de personal	\$ 12,00	
Valor Total	\$ 67,00	

### 3.4 COSTOS TOTALES

El costo total es la suma de todos los costos en el sistema térmico-fotovoltaico.

Tabla 14. Costos totales.

Costo Total	
Costo de equipo y materiales	\$ 6.754,68
Costo de mano de obra	\$ 120,00
Costos Indirectos	\$ 67,00
Valor Total	\$ 6.941,68

### 3.5 VAN Y TIR

#### 3.5.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

Tabla 15. Valores de consumo según planillas Cnel.

Cnel		
MESES DE CONSUMO	Valor a pagar	Consumo de kilovatios
agosto	\$ 44,92	456
septiembre	\$ 71,40	524
octubre	\$ 79,99	576
noviembre	\$ 90,26	638
diciembre	\$ 75,24	558
Valor mensual de consumo de luz	\$ 72,36	550,4
Valor anual de consumo de luz	\$ 868,34	6604,8



Tabla 16. Producción de kilovatios del panel solar.

Panel solar capacidad	400	Kilovatios
Producción de Kilovatios diarios	1800	Al día
Producción de Kilovatios mensual	54000	30 días
Producción de Kilovatios anual	648000	12 meses

### 3.5.2 CÁLCULO DE LOS FLUJOS

Tabla 17. Cálculo de los flujos para cada año del proyecto.

Flujo de caja						
Del 2022 al 2027						
Ingresos		\$	\$	\$	\$	\$
		868,34	911,76	957,35	1.005,22	1.055,48
Costos de equipo y maquinaria	<u>7.736,68</u>	<u>-1.547,34</u>	<u>-1.547,34</u>	<u>-1.547,34</u>	<u>-1.547,34</u>	<u>-1.547,34</u>
Costos de mano de obra	120,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Costos indirectos	67,00	13,40	13,40	13,40	13,40	13,40
Gastos administrativos	150,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Utilidad		\$ 2.483,08	\$ 2.526,50	\$ 2.572,09	\$ 2.619,95	\$ 2.670,21
Impuesto		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Neta		\$ 2.483,08	\$ 2.526,50	\$ 2.572,09	\$ 2.619,95	\$ 2.670,21
Flujo del proyecto	<u>8.073,68</u>	2.483,08	2.526,50	2.572,09	2.619,95	2.670,21

### 3.5.3 CÁLCULO DEL VAN Y TIR

Tabla 18. Cálculo del VAN y TIR.

INVERSION INICIAL (AÑO 0)		
		(\$ 8.074)
FLUJO DE CAJA	AÑO 1	\$ 2.483,08
	AÑO 2	\$ 2.526,50
	AÑO 3	\$ 2.572,09
	AÑO 4	\$ 2.619,95
	AÑO 5	\$ 2.670,21
Tasa Interna de retorno	TIR	18%
Valor actual neto	VAN	\$ 1.168

- El proyecto de inversión será rentable en un 18% en los próximos 5 años.
- El proyecto tendrá una ganancia de \$ 1,168 después de recuperar la inversión inicial.

- La Tasa de descuento utilizada es del 12%, tasa establecida para Ecuador y Latinoamérica para proyectos de inversión.
- Cada año se espera que aumente en un 5% la recolección de energía

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- Se ha realizado el Diseño del sistema solar térmico-fotovoltaico que permite generar energía eléctrica y energía térmica para solventar las necesidades de las oficinas de CEDEDI LA CONCORDIA. El diseño contiene los cálculos necesarios para justificar la selección de los paneles térmicos y fotovoltaicos necesarios para el proyecto, así como los cálculos obtenidos con sus respectivos sistemas y elementos especificados basados en sus características respectivas. En dichos cálculos se tomó en consideración de acuerdo con el análisis del potencial solar de la ubicación de la empresa CEDEDI La Concordia que se dispone un promedio anual de luz solar de 5.5 horas al día.
- Se ha realizado un estudio económico basados en indicadores como el VAN y TIR en el cual se logró Identificar los beneficios sociales y económicos que genera el uso de la energía solar fotovoltaica para CEDEDI La Concordia. Se obtuvo como resultados que con una inversión inicial de \$8.074 se logrará obtener una tasa interna de retorno del 18% anual al final de 5 años del proyecto considerando una tasa de descuento estándar del 12% ganando una rentabilidad de \$1.168 después de recuperar la inversión inicial, considerando además un aumento del 5% anual en la recolección de la energía.
- Se ha realizado un análisis térmico basado en el método de resistencias térmicas los requerimientos energéticos y la cantidad de calor utilizada para conocer la curva característica del colector a implementar en las oficinas de CEDEDI La Concordia. El análisis térmico para la selección del sistema y colector adecuado para satisfacer la demanda consumo diario de agua caliente de la empresa ya mencionada que tiene un uso de  $180 \frac{lt}{día}$  en el año 2020 a continuación se calcula el área de la superficie captadora  $A = 2.11m^2$ . Para finalizar usamos los datos obtenidos para calcular el número de colectores necesarios para el sistema que dio como resultado  $N = 1$  colector. De acuerdo a la curva característica del COLECTOR TERMICO SOLAR GAROL de la empresa ISOFOTON el cual fue el seleccionado para el sistema térmico, por cumplir las especificaciones necesarias para nuestro sistema.
- Se determinaron los análisis de carga eléctrica los requerimientos de kW necesarios en las oficinas de CEDEDI La Concordia. Basándonos en la PLANILLA PARA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES DE LA EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A, obteniendo la carga eléctrica total de 2.674 KW.

- Se realizó el diseño de planta previo que permitirá la adecuada ubicación de los paneles fotovoltaicos y térmicos para las instalaciones de CEDEDI La Concordia con la ayuda del programa de diseño SolidWorks se elaboró los planos del sistema térmico-fotovoltaico según los datos de las características de cada uno de los elementos obtenidos. Durante la ejecución de los planos de diseño de acuerdo a las medidas de las oficinas y de los elementos seleccionados para el sistema térmico-fotovoltaico, con los valores obtenidos se diseñó los planos de acuerdo a las medidas dadas en las fichas técnicas del Fabricante de cada uno de los elementos previstos a constituir el sistema térmico-fotovoltaico en sí.
- Finalmente se realizó el cálculo del número y tipo de paneles acorde a las características climáticas de la zona. Con la ayuda de tabulación de datos recolectados de SOLARGIS, donde se indica un promedio de irradiación que en la zona es de 5.5 horas al día de luz solar un dato óptimo para el sistema que se proyecta a implementar. Se considera en ángulo de inclinación como dato primordial para el cálculo del tipo de paneles a usar, el ángulo de inclinación calculado y óptimo es de  $\beta_{opt} = 58.50^\circ$ , además, se dimensionó y se calculó el número de paneles térmicos y fotovoltaicos en el cual se obtuvo la Potencia Nominal de la empresa CEDEDI La Concordia  $P_n = 1474.39W$  con el cual obtuvimos el número de módulos fotovoltaicos  $No_{Mod} = 5$ , los cuales son de tipo Monocristalinos los adecuados para este proyecto en cambio en el dimensionamiento y selección de colectores térmicos en el cual como primer dato necesario es consumo de agua de la empresa CEDEDI La Concordia del cual obtuvimos  $M = 180 \frac{lt}{día}$  (consumo en litros/días). De igual manera se obtuvo el número de colectores necesarios para el sistema de  $N = 1$  colector. Para finalizar se seleccionó el sistema térmico según los datos y a sus características será elegido el COLECTOR TÉRMICO SOLAR GAROL de la empresa ISOFOTON cumpliendo la demanda necesaria del proyecto.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del sistema térmico-fotovoltaico, porque este es efectivo para la demanda energética de la empresa CEDEDI La Concordia y mediante él se tienen grandes ventajas de aplicación donde se requiere confiabilidad y la reducción de costos de servicio eléctrico.
- Este sistema podría ser implementado en otras empresas con las mismas o mejores niveles de radiación solar la cual es punto clave para una excelente factibilidad para este tipo de proyecto, también debe contar con una potencia instalada y consumo energético mayor, el cual genera un proyecto viable y de bajo costo de inversión.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Abella, M. (2005). *Sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38373658/SISTEMAS\\_FOTOVO LAICOS-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650659862&Signature=TD0PYsX7~3nBLkgZMV3Uz~c6Sqa6XjUpr4nhmwsj-esmwBtv6SDDo8N4vKA4l6VFFYIsG2DayKDaz4NqHDyS60cmD~7FNy-gIEbtX2NksmsCcgU-EKfuWD0jzt0uzbngLs7IsS](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38373658/SISTEMAS_FOTOVO LAICOS-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650659862&Signature=TD0PYsX7~3nBLkgZMV3Uz~c6Sqa6XjUpr4nhmwsj-esmwBtv6SDDo8N4vKA4l6VFFYIsG2DayKDaz4NqHDyS60cmD~7FNy-gIEbtX2NksmsCcgU-EKfuWD0jzt0uzbngLs7IsS)
- Adler, F. B. (2013). *Energía solar fotovoltaica*.
- Airis Soluciones. (06 de octubre de 2021). *Airis soluciones*. Obtenido de <https://airis.ec/como-funciona-la-normativa-legal-para-el-uso-de- paneles-solares-en- ecuador/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20regulaci%C3%B3 n,generar%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20para%20auto consumo.>
- Alcívar, V. y. (2020).
- Bayod-Rújula, A. A. (2009). *Future developmente of the electricity systems with distributed generation*.
- Calero, C. (2009). *Centrales de energías renovables*. . España: Pearson.
- Centro Español de la Información del Cobre. (2018). *Cobre, La Elección Profesional*. España: EuropeanCopper Institute.
- CODESOLAR ENERGÍA*. (noviembre de 2015). Obtenido de <https://www.codesolar.com/Energia-Solar/Energias-Renovables/Garol- Isofoton.html>
- Consejo Nacional de Electricidad. (2008). *Atlas solar del Ecuador*. Technical report.
- Corporacion Nacional de Electricidad. (2022). *CNEL*. Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/planillas/>
- Corporación para la Investigación Energética. (2017). *Corporación para la Investigación Energética*. Obtenido de <https://www.energia.org.ec/>
- Damia Solar. (2022). *Damia Solar*. Obtenido de [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la- energia-solar-y-sus-componentes/cuales-son-los-anyos-de-vida-de- cada-bateria-solar\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la- energia-solar-y-sus-componentes/cuales-son-los-anyos-de-vida-de- cada-bateria-solar_1)
- Díaz, N. G. (2020). *SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS*. Obtenido de [https://www.academia.edu/11821375/ART%C3%8DCULO\\_690\\_SIST EMAS\\_SOLARES\\_FOTOVOLTAICOS](https://www.academia.edu/11821375/ART%C3%8DCULO_690_SIST EMAS_SOLARES_FOTOVOLTAICOS)
- ELECTROCABLES. (2018). *ELECTROCABLES*. Obtenido de <https://www.electrocable.com/index.php/es/categorias- productos/construccion/cobre/solar-fotovoltaico-pv-wire.html>
- Empresa Eléctrica Quito. (2014). *Normas para Sistemas de Distribución Parte A*. Quito: Empresa Eléctrica Quito S.A.

- Energetika. (2011). *Energetika*. Obtenido de <http://www.energetika.com.ar/Curva%20I-V.html>
- Energías Renovables Para Todos. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. España: Haya Comunicación. Obtenido de [http://www.instalacionesindustriales.es/documentos/divrenovables/cuaderno\\_FOTOVOLTAICA.pdf](http://www.instalacionesindustriales.es/documentos/divrenovables/cuaderno_FOTOVOLTAICA.pdf)
- Enriquez, B., Fernandez, K., & Gonzales, R. (2007). *Manual de Diseño e Instalacion Sistemas FV*. Solar Energy International.
- European Comission. (2022). *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. Obtenido de [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/)
- Fernández, I. (2018). *Informática y Caracterización espectral del aumento de temperatura en células solares fotovoltaicas*.
- Formación. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. FC Editorial.
- Franco, K. (enero de 2017). *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13733/1/UPS%20-%20ST003010.pdf>
- Garcés. (1978). *Análisis técnico y socio-económico de las diferentes formas de producción de energía eléctrica en el Ecuador*.
- Gasquet, H. (2004). *Manual Teórico y Práctico sobre los Sistemas Fotovoltaicos*.
- Gobierno de la República del Ecuador. (22 de agosto de 2021). *Gobierno del Encuentro*. Obtenido de [https://www.recursosyenergia.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/#:~:text=Quito%20D.M.%2C%2022%20de%20agosto%20de%202021&text=De%20acuerdo%20con%20la%20informaci%C3%B3n,gigavatios%20%E2%80%93%20hora%20\(GWh\)](https://www.recursosyenergia.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/#:~:text=Quito%20D.M.%2C%2022%20de%20agosto%20de%202021&text=De%20acuerdo%20con%20la%20informaci%C3%B3n,gigavatios%20%E2%80%93%20hora%20(GWh)).
- Grupo Espacio Industrial. (14 de septiembre de 2016). *ICM - Grupo Espacio Industrial*. Obtenido de <https://www.icmesp.com/cable-electrico-definicion-composicion-2/>
- Hoyos, D. V. (2011). *Controlador de carga para un sistema fotovoltaico aislado*. Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 158 - 162.
- Huerta-Mascotte, E. M.-C. (2016). *Estudio de las características de una celda fotovoltaica para el uso eficiente de la energía solar*. Obtenido de [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=huerta+mascotte+2016&btnG=#d=gs\\_cit&t=1650380244869&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3ALKYyc2QMlloJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=huerta+mascotte+2016&btnG=#d=gs_cit&t=1650380244869&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3ALKYyc2QMlloJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). *IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/caracteristicas-de-la-radiacion-solar>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). *SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR PARA USO*



*SANITARIO EN EL ECUADOR* . Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

- Karol. (11 de abril de 2022). *CEUPE*. Obtenido de <https://www.ceupe.pe/blog/la-energia-que-es-y-que-tipos-de-energia-hay.html>
- Lazo, N. (2019). *CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CON PANELES DE SILICIO DE AMORFO(CAPA FINA)*.
- Martínez, P. R. (2009). *Energía solar térmica*.
- Méndez Muñiz, J. M. (2010). *Energía Solar Térmica*.
- Mesa, L. A. (2016). *Diseño de un sistema solar fotovoltaico autónomo para una institución educativa rural en el municipio Páez*. Boyaca.
- Molina-García, M. &. -H. (JULIO de 2016). *Prototipo de un sistema fotovoltaico autónomo*.
- NASA. (2021). *POWER Data Access Viewer*. Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Obregozo, C. A. (2010). *Manual técnico para instalaciones domiciliarias*. Peru: SN.
- Olivera, F. (2019). *Centro de Capacitación Eléctrica y Energías Alternas*. Obtenido de <https://cceeaa.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/efecto-de-las-sombras-en-un-sistema-fotovoltaico>
- Pizarro, P. M. (2008). *Cálculo y diseño de una instalación solar termico para ACS en una empresa de 200 trabajadores*.
- Planas, O. (2 de septiembre de 2015). EZOIC. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico>
- Planas, O. (10 de Septiembre de 2021). *Energía Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/baterias-solares>
- PROVIENTO S.A. (2001). *PROVIENTO S.A*. Obtenido de [https://proviento.com.ec/inversores/44-48-inversor-1500w-onda-sinoidal-zonhan.html#/28-voltaje-12\\_vdc](https://proviento.com.ec/inversores/44-48-inversor-1500w-onda-sinoidal-zonhan.html#/28-voltaje-12_vdc)
- PYGIS, Photovoltaic Geographical. (1 de Marzo de 2020). *EU Science Hub*. Obtenido de [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_en)
- Ramos, H. (octubre de 2014). Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%2C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>
- Rio Solar. (2018). *RIO SOLAR SMART ENERGY*. Obtenido de <https://riosolarenergy.com/#funcionamiento>

- Rodríguez, L. V. (2018). *Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v13n1/1909-0455-pml-13-01-6.pdf>
- Salamanca, S. (2017). *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaico*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n30/2344-8350-cient-30-00263.pdf>
- Solargis. (2022). *Solargis*. Obtenido de <https://solargis.com/es>
- Sunfields. (2015). *Sunfields Europa*. Obtenido de [https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-placas-solares/#Paneles\\_Fotovoltaicos\\_monocristalinos](https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-placas-solares/#Paneles_Fotovoltaicos_monocristalinos)
- Vaillant. (2022). Obtenido de <https://www.vaillant.es/usuarios/servicios/glosario/colector-solar-termico/>
- Vaillant. (2022). *Vaillant*. Obtenido de <https://www.vaillant.es/usuarios/servicios/glosario/colector-solar-termico/>
- Weil, A. S. (2003). *Tesis*. Obtenido de [https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2003/MADE\\_Weil.pdf](https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2003/MADE_Weil.pdf)


**ANEXOS**

# ANEXO 1

## CONSUMO ELÉCTRICO CEDEDI LA CONCORDIA


1

Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEELP • SUCURSAL Av. Tachila 5/N y Democracia de Mera Tel. 022730084 - Santo Domingo - Ecuador  
RUC: 09685902001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN N° 65 del 17-Marzo-2009



Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa,  
Edificio BRACE Delmas, piso 3  
Guayaquil - Ecuador  
Tel.: (04) 3727 310

Factura No.	043-029-010817948
No Autorización	1312202101096859902000120430290108179481182912616
Ambiente	PRODUCCION
Emisión	NORMAL
Fecha de autorización	2015/ENE/06



No. de Control: 1829126  
Valor a pagar: 75,24

**INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR**

Fecha de Emisión: 2021/DIC/13

Fecha de Vencimiento: 2021/DIC/31

---

SUMINISTRO: 1829126 CAMPOVERDE CURAY ANGEL MARIO

Código Único Eléctrico Nacional: 1701829126 Cédula / R.U.C.: 1708002900

Dirección servicio: VIA QUININDE

Plan/Geocódigo: 23-02-50-321-4235 Tarifa: RD RESIDENCIAL

Provincia - Cantón - Parroquia: SANTO DOMINGO TSACHI - LA CONCORDIA - LA CONCORDIA

Dirección notificación:

---

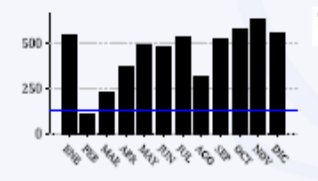
**1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO**

Medidor: 20000106348 Desde: 10-Nov-21 Hasta: 10-Dic-21 Días Facturados: 30 Tipo Consumo: Generado

Factor de multiplicación: 1,000 Factor Corrección: 1,000 Factor Potencia: 1,000 Constante: 0,00

Descripción	LECTURAS				Unid.	Valores
	Actual	Anterior	Consumo			
Eng. Activa	2616.00	2058.00	558		kWh	55.79

Consumos



**1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG**

CARGO POR COMERCIALIZACION	1.41
CARGO POR ENERGIA	55.79
<b>SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):</b>	<b>57.20</b>
SERVICIO DE ALUMBRADO PUBLICO	10.32
<b>SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):</b>	<b>10.32</b>
<b>1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG</b>	
SUBSIDIO DE CONSUMO.	5.72
<b>SUBTOTAL OTROS:</b>	<b>5.72</b>
<b>TOTAL SERVICIO ELÉCTRICO, SERVICIO ALUMBRADO PÚBLICO Y OTROS (1):</b>	<b>73.24</b>

---

**2. VALORES PENDIENTES**

CONCEPTO	VALOR
Planillas anteriores	0.00
<b>TOTAL VALORES PENDIENTES (2):</b>	<b>0.00</b>


---

**3. RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (SE)-PLANES FINANCIAMIENTO**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	VALOR
RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3):	0.00

¡ave acceso




**TOTAL**

Servicio Eléctrico-Alumbrado Público (1)	73.24
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación Terceros SE (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELECTRICO (A) (1+2+3)</b>	<b>73.24</b>

La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino solamente la constancia de recibir un servicio público.

## ANEXO 2

# ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DIARIA DE ENERGÍA

	<b>EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.</b>	<b>NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>						
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN CÓDIGO: DI-EP-P001-0001								
APÉNDICE: A-11-D Hoja 1 de 2	PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES	A-11-D REVISIÓN 07 FECHA: 2021-02-19						
NOMBRE DEL PROYECTO: <u>CEVEDI (A-CONCORDIA)</u>								
N° DEL PROYECTO: _____								
LOCALIZACIÓN: <u>LA CONCORDIA</u>								
USUARIO TIPO: <u>EMPRESARIAL</u>								
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Puntos de Iluminación	20	100	2000	100	2000	80	1600
	Computadora	3	350	1050	60	620	40	248
	Impresora	3	300	900	40	360	20	108
	Televisor	2	150	300	50	150	40	60
	Laptop	3	100	300	70	210	50	105
	Termocamión	15	300	4500	100	4500	10	450
	Refrigerador	1	800	800	30	240	10	24
	Ventilador / Aire Acondicionado	2	45	90	20	92	70	5940
	Bomba (HP)	1	715,7	715,7	40	278,28	40	119,82
<b>TOTALES</b>				<b>10 685,7</b>		<b>8450,28</b>	<b>30,10</b>	<b>2769,32</b>
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA FP = 0,85		FACTOR DE DEMANDA FDM		$\frac{DMU}{CIR} = \frac{2769,32}{8450,28} = 0,32$				
DMU (kVA) = 3,25 kVA				* Con factor de potencia				
N = 4				$DMU = CIR \times [FSn \times 0,91]$				
FD = 2,01				Lo Pudo ser para el caso				
DD (kVA) = 6,46				$DMU = 8450,28 \times (2,01 \times 0,91)$				
NOTA: (1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								





## ANEXO 4

### VALORES PRIMEDIO DE IRRADIACIÓN SOLAR CIERTAS ZONAS DEL ECUADOR

<b>PROVINCIA</b>	<b>CIUDAD</b>	<b>Wh/m2.día promedio</b>	<b>ZONA</b>
Carchi	Tulcàn	4140	II
Esmeraldas	Esmeraldas	4350	II
Imbabura	Ibarra	4560	IV
Manabí	Portoviejo	4160	III
Pichincha	Quito	4990	IV
<b>Tsachilas</b>	<b>Sto. Domingo</b>	<b>3440</b>	<b>III</b>
Cotopaxi	Latacunga	4420	IV
Napo	Tena	4350	II
Santa Elena	Salinas	4360	II
Guayas	Guayaquil	4370	III
Los Ríos	Babahoyo	3780	III
Bolívar	Guaranda	4800	IV
Tungurahua	Ambato	4550	III
Chimborazo	Riobamba	4490	II
Pastaza	Puyo	3800	II
Cañar	Azogues	4500	III
Morona Santiago	Macas	4090	II
Azuay	Cuenca	4350	II
El Oro	Machala	4200	II
Loja	Loja	4350	II
Zamora Chinchiipe	Zamora	4350	II
Galápagos	Puerto Ayora	5835	V



## ANEXO 5

# CÁLCULOS ON-LINE DE SISTEMA TÉRMICO

oventrop

Calculo on-line de Sistemas de energía solar térmicas

Agua potable

Sur

COLOMBIA

Cartagena

OKF-CS22 2.25 m<sup>2</sup>

53 °

55 °C

400 L

6

Iniciar cálculo

Calcular cantidad de colectores y tamaño del acumulador

### Resultados

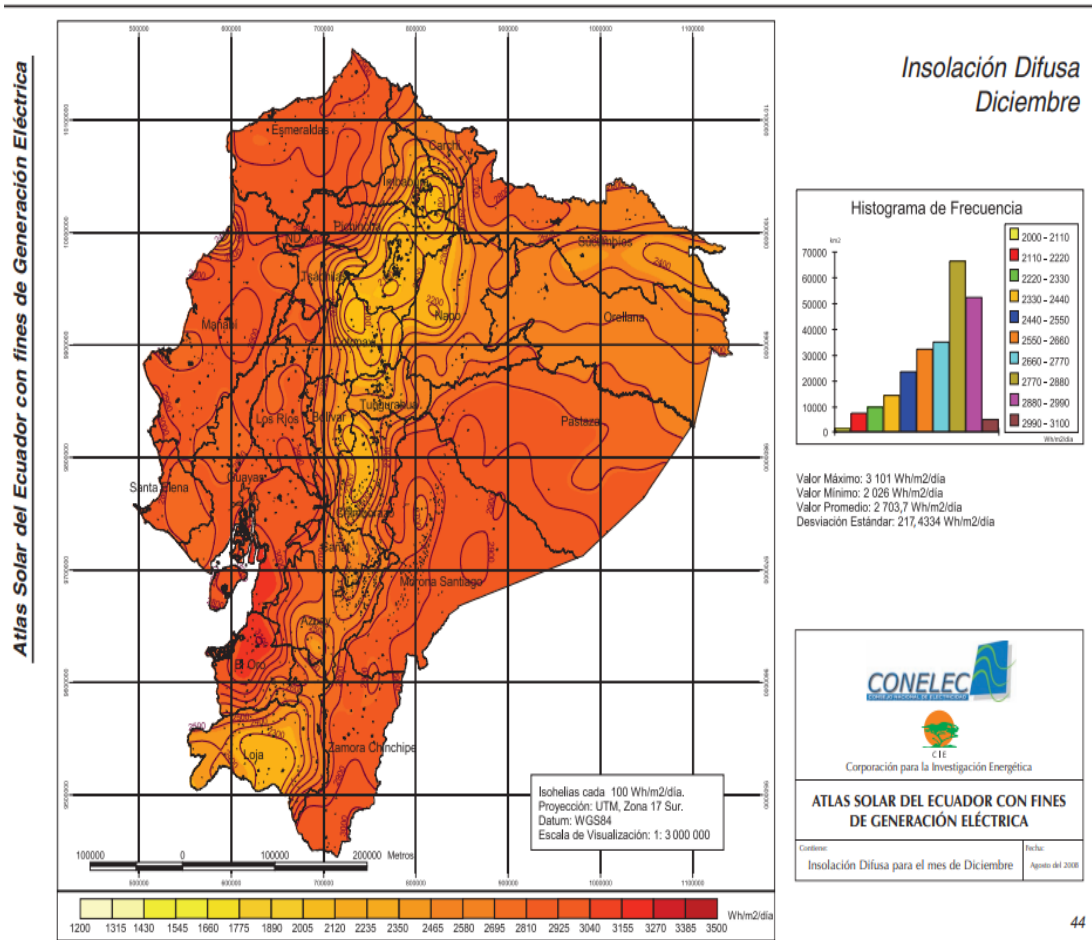
Cantidad OKF-CS22: 1 Unidad Núm. Art. 136 12 45  
Radiación: 2556 kWh/a  
Producción del sistema/año: 1732 kWh/a  
Cobertura (fracción solar): 35 %  
CO<sub>2</sub> Ahorro: 639 kg/a

Radiación: Radiación solar sobre el plano inclinado de la superficie de absorción del colector, integrada a lo largo de un año  
Producción del sistema: Energía aprovechable de la instalación solar  
Cobertura (fracción solar): Parte de energía solar (=Producción del sistema) de la demanda energética total  
CO<sub>2</sub> ahorro: Emisiones evitadas al usar sistemas en kg/año instalación solar

Para un cálculo exhaustivo póngase por favor en contacto con compañía Oventrop.

# ANEXO 6

## DATOS DE RADIACIÓN SOLAR



# ANEXO 7

## PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO



EGE-400M-72

Monocrystalino 400Wp / 24V

Fundada en 2008, Eco Green Energy es una marca francesa de energía solar. Fabricante fotovoltaico y distribuyendo ahora su módulo fotovoltaico en más de 60 países en todo el mundo. Los módulos solares mono Eos son fabricados solo con células de grado A para la mayor generación de energía, LCOE más bajo, y garantizó más de 25 años de vida útil.

- ✓ Celdas de 5 bus bars con una eficiencia hasta 21 %
- ✓ Tecnología PERC y anti PID
- ✓ Caja de control IP68 con resistencia al agua para una larga durabilidad
- ✓ Marco de aluminio de alta calidad, puede resistir carga hasta 5400 Pa y presión del viento hasta 2400 Pa
- ✓ Vidrio templado de bajo hierro brindando alta transmisividad
- ✓ Alto rendimiento en ambientes de poca luz
- ✓ Doble prueba EL antes y después de laminación



### Panel Solar 400Wp /24VDC Monocrystalino

240,00 USD

Impuestos incluidos

1

✓ Disponible

Marca



Referencia

EGE-400M-72 EOS

En stock

123 Artículos

Este panel fotovoltaico Monocrystalino con tecnología PERC y anti PID de nuestro fabricante francés ECO GREEN ENERGY produce 400Wp bajo irradiación solar de 1000W/m<sup>2</sup> a 25°C. En un sitio normal puede generar más o menos 1800Wh al día de energía limpia. El voltaje de este panel es apto para sistemas de 24VDC nominal. Por su caja de conexión central es apto para sistemas de conexión en serie como en paralelo (no como los Half cells que solamente se conecta en serie).

1

AÑADIR AL CARRITO



#### Ficha técnica

Tipo	Monocrystalino
Modificación	72 células de 158mm
Voltaje Circuito Abierto Voc	48.60
Voltaje Potencia Maximo Vmpp	39.92
Corriente Circuito Cerrado Isc	10.40
Corriente Potencia Maxima Impp	10.02
Eficiencia Panel	20.61 %
Dimensiones	1980x1002x40mm
Peso	22.9 kg
Voltaje	24V
Potencia	400Wp

# ANEXO 8

## SISTEMA DE ACUMULACIÓN



HTB-12-150

**BATERIA SOLAR DE CICLO PROFUNDO GEL PARA TEMPERATURAS MAS ALTAS**

*La serie HTB utiliza el electrolito de nano gel recientemente desarrollado con Aditivo super-C de Alemania más diseño de placas de alta resistencia en el interior. El HTB La serie tiene una larga vida útil y puede proporcionar óptimas condiciones y un servicio confiable en condiciones extremas como alta temperatura y fallas de energía frecuentes, esta serie es altamente adecuado para áreas tropicales en aplicaciones al aire libre como estaciones de telecomunicaciones y sistema fotovoltaico fuera de la red.*

- ✓ **Baterías de GEL de Ciclo Profundo de 150Ah @ C20**
- ✓ **Apto para operar en climas tropicales de 40 a 60°C**
- ✓ **1500 Ciclos @ 50% DOD o 2600 Ciclos @ 30% DOD**
- ✓ **Vida útil Float de 20 años a 25°C y 12 años a 40°C**



### Bateria Solar de GEL vida útil prolongada 150Ah/12VDC

**504,00 USD**

Impuestos incluidos  
30

✓ sujeto a importación 30 días

Marca   
Referencia HTB-12-150

**Después de investigar mucho el mercado de las baterías y haber distribuido diferentes marcas de baterías ProViento decidió de fabricar su propia batería solar.**

Su caja roja se puede identificar fácilmente, pero también el color se parece con lo especial de esta batería: Por los aditivos en las placas es apto para áreas más calientes sin disminuir drásticamente su vida útil como es normal en las baterías de AGM y/o GEL. Mientras otras baterías están diseñadas para temperaturas máximas del ambiente 25°C y se degradan rápidamente en su vida útil con cada °C más - esa batería ofrece una mejor estabilidad y ciclo con temperaturas del ambiente más altas.

**Con un diseño Float de vida útil de 20 años esa batería es una de las mejores baterías de GEL que existen en el mercado!**

#### Ficha técnica

Dimensiones	48 x 24 x 17 cm
Peso	45
Tecnología	GEL
Voltaje	12V
Capacidad	150ah C20
Ciclos De Vida Útil A 30% DOD	2600
Ciclos De Vida Útil A 50% DOD	1600
Ciclos De Vida Útil A 100% DOD	500
Origen	China

# ANEXO 9

## REGULADOR DE CARGA



### Controlador

#### TriStar TS45

Un controlador de carga universal: existe dos modos: controlador la recarga de batería a través de los paneles solares o controlar la carga alimentada por la batería.

Con tres indicadores del estado de batería En paralelo hasta 300A

Completamente en estado solido para ambientes trópicos. Seleccionable para baterías selladas , Gel y de plomo acido liquido.

Voltajes: 12, 24, 48V

Amperaje max. 45A



### Controlador PWM 45A/12-24-48VDC MORNINGSTAR

**347,20 USD**

Impuestos incluidos  
1

▲ Últimas unidades en stock

Marca   
Referencia TS-45  
En stock 1 Artículo

Un controlador de carga universal: existe dos modos: controlador la recarga de batería a través de los paneles solares o controlar la carga alimentada por la batería.

Con tres indicadores del estado de batería En paralelo hasta 300A

Completamente en estado solido para ambientes trópicos. Seleccionable para baterías selladas , Gel y de plomo acido liquido.

Pantalla



Referencia TS-45

En stock 1 Artículo

#### Ficha técnica

Tecnología	PWM
Corriente Max	45A
Voltaje	12 / 24 / 48V
Pantalla	No



## ANEXO 10

# PANEL TÉRMICO SOLAR

### Equipos fotovoltaicos

#### Paneles solares para agua

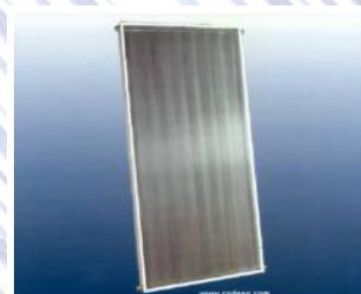
Isofoton Garol

## Isofoton Solar

### Panel Térmico Solar Garol Isofoton

para el calentamiento de agua y como calefacción de apoyo, conectividad en serie

Material del colector: cobre



Panel solar termico Garol Isofoton



Gracias al aprovechamiento de la Energía Solar Térmica producimos agua caliente sanitaria para viviendas unifamiliares (equipos compactos o pequeños sistemas).

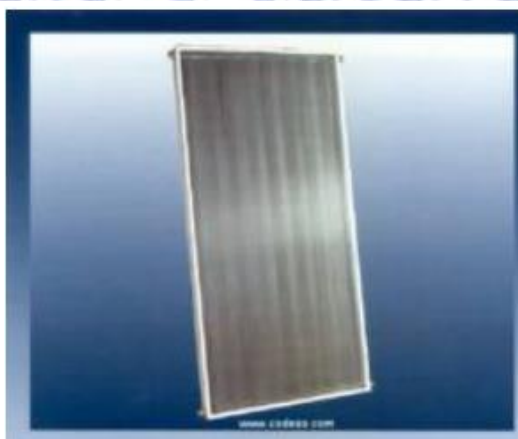
#### Sus principales ventajas son:

- Alta rentabilidad: ahorros energéticos medios de hasta un 70%.
- Bajos costes de mantenimiento de las instalaciones.
- Reducidos plazos de amortización.
- Compatibilización de la utilización de energía con el desarrollo sostenible y mejora del Medio Ambiente.

#### Grandes consumos

Con los paneles Isofotón, aprovechamos la Energía Solar Térmica con el objetivo de producir agua caliente sanitaria para grandes consumos como:

- Hoteles o comunidades de propietarios.
- Campings, balnearios y piscinas.



<b>Serie</b>		<b>Garol</b>
<b>Placa Colectora</b>		
Tipo	mm	Parrilla de tubos de 20/22 y 8/10 ó 13/15
Construcción		Tubos soldados a chapa
Material		Cobre
Soldadura		Cobre
Superficie útil	m2	1,886
Capacidad	l	1,6 (Garol I)
Presión máx. de trabajo	kg/cm2	6
Presión de prueba	kg/cm2	20
<b>Superficie Absorbente</b>		
Material		Cobre
Absortividad		0,98
Emisividad		0,89
Temperatura máx.	° C	
<b>Cubierta de Vidrio</b>		
Tipo		Templado
Contenido en Hierro	%	0,05
Espesor	mm	3,17
Opacidad		460 micrometer
Transparencia		0,03 - 2,5 micrometer
Transmitancia		0,92
<b>Aislamiento</b>		
Tipo		Poliuretano expandido
Espesor	mm	20
<b>Tuberías</b>		
Conexión	mm	22-I
<b>Caja</b>		
Largo x Ancho x Espesor	mm	2.000 x 1.000 x 88
Material perfil		Aluminio anodizado (1,4 mm)
Material tapa posterior		Chapa galvanizada (0,6mm)
<b>Peso</b>		
En funcionamiento		42,2 (Garol I 8/10) 45,5 (Garol I 13/15)
En vacío		40,6 (Garol I 8/10) 42,6 (Garol I 13/15)
<b>Temp. máx. de Funcionamiento</b>		-20 a 120
<b>Caudal recomendado</b>	l/m2h	50 120 l/m2h (según aplicación)
<b>Pérdida de carga</b>		4 (45 °C y 120 l/h)
<b>Garantía</b>		5 años en defectos de fabricación

<https://secure.arkund.com/view/136207221-585369-810032#/>



