

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

TEMA:

**Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico
conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación
Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro**

AUTOR:

Ing. Altamirano Guerrero Gerardo Vinicio

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de
**Magister en Electricidad con mención en Energías Renovables y
Eficiencia Energética**

TUTOR:

Ing. Mazzini Muñoz Gustavo Miguel, Msc

Guayaquil, Ecuador

20 de marzo de 2024



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

CERTIFICACIÓN

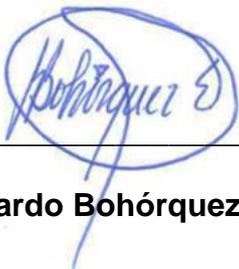
Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por el **Ingeniero Eléctrico Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **Magister en Electricidad con mención en Energías Renovables y Eficiencia Energética**.

TUTOR

f. 

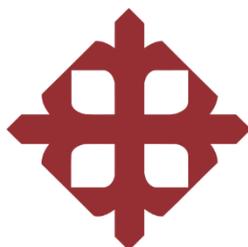
Ing. Gustavo Mazzini Muñoz, Msc.

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. 

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Msc.

Guayaquil, 20 de marzo de 2024



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación: **“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”**, previo a la obtención del grado académico de Magister en Electricidad, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

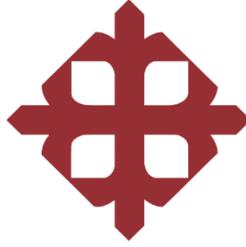
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 20 de marzo de 2024

Ing. Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero

f. 

C.I. 0923606875



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación de Maestría: **“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

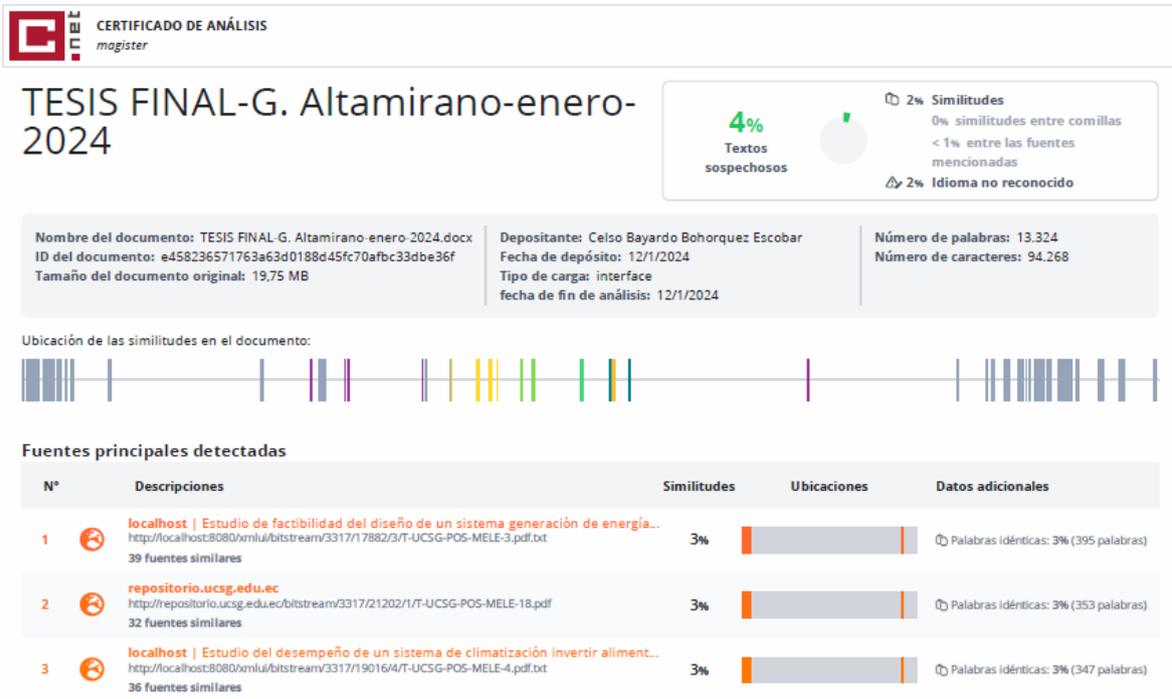
Guayaquil, 20 de marzo de 2024

Ing. Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero

f.

C.I. 0923606875

REPORTE COMPILATIO



Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”** presentado por el estudiante **Ing. Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero**, fue efectuado el análisis anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al (4%), por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

Informe elaborado por:

f. 

Ing. Bayardo Bohórquez Escobar, Msc.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi segunda casa, la universidad, quien necesite de un par de años para adquirir conocimientos por medio de sus profesores. Los profesores, fueron el punto destacable para indicar las virtudes de la energía verde, la sustentabilidad y la eficiencia de las mismas.

Gracias a mis padres, que siempre estuvieron alentando para que siga cursando los estudios postgrado. Su apoyo incondicional, fue vital para continuar con el presente estudio, y aún más cuando paralelamente nos encontrábamos confrontando la época de la pandemia del COVID.

Gracias a mis compañeros de maestría, quienes conformamos buenos equipos de trabajo. El objetivo siempre fue aprender, y brindar de apoyo a los que no dominan el tema.

Ing. Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero

DEDICATORIA

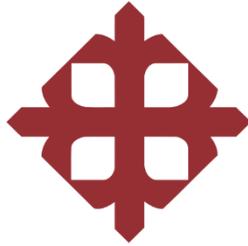
A Dios por permitirme disfrutar un día más de vida, y brindarme de fortalezas para levantarme ante todas las adversidades que se presenta en este duro camino que es la vida.

A mis padres por haberme inculcado y dirigido por el camino de los conocimientos, y brindarme el amor incondicional de la familia. Todo el esfuerzo que han realizado, permite que hoy uno de sus hijos coseche estos resultados.

A mi hermana, por saberme aconsejar y guiarme en el camino de la vida. Las palabras de aliento han sido sustanciales para obtener los conocimientos de mi profesión.

A mi esposa Lissette y a mi hijo Diedrich, quienes hemos sobresalido en momentos difíciles. Ellos han sido los elementos indispensables en mi vida adulta, a través de su acompañamiento, su comprensión, amor y confianza han permitido que pueda enfocarme en conseguir éxitos como la adquisición de conocimientos técnicos más profundos.

Ing. Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

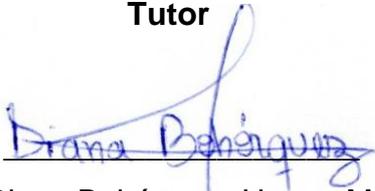
EFICIENCIA ENERGÉTICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

f. 

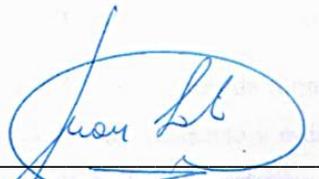
Ing. Gustavo Mazzini Muñoz, Msc.

Tutor

f. 

Ing. Diana Bohórquez Heras, Msc.

Revisor

f. 

Ing. Juan Lata García, Ph.D.

Revisor

f. 

Ing. Bayardo Bohórquez Escobar, Msc.

Director del Programa

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
1. Descripción del Proyecto	1
1.1. <i>Introducción.....</i>	<i>1</i>
1.2. <i>Antecedentes</i>	<i>2</i>
1.3. <i>Definición del problema.....</i>	<i>2</i>
1.4. <i>Justificación del Problema</i>	<i>3</i>
1.5. <i>Objetivos.....</i>	<i>4</i>
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	<i>4</i>
1.5.2. <i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>4</i>
1.6. <i>Hipótesis de la investigación.....</i>	<i>4</i>
1.7. <i>Diseño y metodología de la investigación</i>	<i>5</i>
CAPITULO II.....	6
2. Fundamentación.....	6
2.1. <i>Fundamentación Teórica</i>	<i>6</i>
2.1.1. <i>Desarrollo sostenible.....</i>	<i>6</i>
2.1.2. <i>Recursos No renovables.....</i>	<i>6</i>
2.1.3. <i>Recursos Renovables</i>	<i>7</i>
2.1.4. <i>Energía.....</i>	<i>7</i>
2.1.5. <i>Energía renovable (ER)</i>	<i>8</i>
2.1.5.1. <i>Definición ER</i>	<i>8</i>
2.1.5.2. <i>Fuentes de energía renovable o alterna</i>	<i>8</i>
2.1.5.3. <i>Tipos de fuente alterna</i>	<i>8</i>
2.1.5.4. <i>Energía solar.....</i>	<i>9</i>
2.1.5.4.1. <i>Definición</i>	<i>9</i>
2.1.5.4.2. <i>Ventajas</i>	<i>9</i>
2.1.5.4.3. <i>Tipos de energía solar</i>	<i>10</i>
2.1.6. <i>S istemas fotovoltaicos</i>	<i>13</i>
2.1.6.1. <i>Definición</i>	<i>13</i>
2.1.6.2. <i>Tipos de sistemas fotovoltaicos.....</i>	<i>14</i>
2.1.6.3. <i>Funcionamiento de un sistema fotovoltaico</i>	<i>14</i>
2.1.6.4. <i>Componentes de un sistema solar fotovoltaico</i>	<i>15</i>
2.1.6.5. <i>Análisis de los elementos de un sistema fotovoltaico.....</i>	<i>16</i>
2.1.7. <i>Diferencia entre un sistema fotovoltaico industrial y residencial.....</i>	<i>22</i>
2.1.8. <i>Integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos</i>	<i>23</i>
2.1.9. <i>Tipos de integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos</i>	<i>24</i>

2.2.	<i>Fundamentación Legal</i>	25
2.2.1.	<i>Normativas Americanas</i>	26
2.2.1.1.	<i>National Electrical Code – NEC</i>	26
2.2.2.	<i>Normativas Ecuatorianas</i>	28
2.2.2.1.	<i>Ley Orgánica del servicio público de energía</i>	28
2.2.2.2.	<i>Agencia de regulación y control de Energía y Recursos naturales no renovables.</i>	
	29	
CAPITULO III		31
3. Metodología		31
3.1.	<i>Características generales de la zona</i>	31
3.2.	<i>Características climatológicas del cantón</i>	33
3.3.	<i>Situación real del sistema eléctrico del Edificio Administrativo de CNEL EP UN Milagro</i>	36
3.3.1.	<i>Sistema eléctrico actual del Bloque TICS del Edificio Administrativo de CNEL EP UN MLG</i>	39
3.3.2.	<i>Planificación para la implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa</i>	40
CAPITULO IV		41
4. Diseño del sistema fotovoltaico		41
4.1.	<i>Parámetros de diseño</i>	41
4.1.1.	<i>Cálculo de la demanda básica de energía eléctrica a cubrir</i>	41
4.1.2.	<i>Simulación para determinar la mínima radiación solar anual</i>	45
4.1.3.	<i>Área disponible para instalación paneles solares</i>	50
4.1.4.	<i>Cálculo del regulador de carga para el sistema fotovoltaico</i>	51
4.1.5.	<i>Configuración conexión de paneles solares</i>	52
4.1.6.	<i>Cálculo de la cantidad de baterías para el sistema fotovoltaico</i>	54
4.1.7.	<i>Cálculo del inversor para el sistema fotovoltaico</i>	55
4.2.	<i>Esquema de funcionamiento del sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional</i>	57
CAPITULO V		59
5. Análisis de factibilidad		59
5.1.	<i>Factibilidad técnica</i>	59
5.2.	<i>Factibilidad operativa</i>	59
5.3.	<i>Análisis económico</i>	59
5.3.1.	<i>Consumo energía actual el edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro</i>	59
5.4.	<i>Requerimiento de equipos</i>	61
5.5.	<i>Costos de la implementación del sistema fotovoltaico monofásico</i>	61

5.6.	<i>Análisis de costo económico de consumo de energía convencional.....</i>	<i>63</i>
5.7.	<i>Análisis de sensibilidad.....</i>	<i>64</i>
6.	Conclusiones.....	65
7.	Recomendaciones.....	66
8.	Anexos.....	71
8.1.	<i>Implantación general de la edificación.....</i>	<i>71</i>
8.2.	<i>Equipos.....</i>	<i>74</i>
8.3.	<i>Planillas energía eléctrica.....</i>	<i>79</i>
9.	Bibliografía.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Placas solares	10
Figura 2: Energía solar térmica.	11
Figura 3: Energía solar pasiva.....	12
Figura 4: Energía solar híbrida.	12
Figura 5: Sistema fotovoltaico	13
Figura 6: Modulo – panel fotovoltaico	16
Figura 7: Célula solar fotovoltaica – componentes	17
Figura 8: Inversor de corriente	18
Figura 9: Tipos de inversor según la calidad de onda generada.....	19
Figura 10: Integración arquitectónica de la energía fotovoltaica	23
Figura 11: Estándares a nivel local y global.....	26
Figura 12: Irradiación global horizontal, zona América del Sur.	31
Figura 13: Irradiación global, zona Ecuador.	32
Figura 14: Delimitación del cantón Milagro.	33
Figura 15: Climograma del cantón Milagro.	34
Figura 16: Diagrama de temperatura del cantón Milagro.	34
Figura 17: Tabla climática datos históricos del tiempo del cantón Milagro.	35
Figura 18: Promedio de horas de sol del cantón Milagro.	35
Figura 19: Horas totales de sol del cantón Milagro.....	36
Figura 20: Ubicación CNEL EP UN Milagro dentro del cantón Milagro.	37
Figura 21: Implantación arquitectónica del Edificio Administrativo de CNEL EP UN MLG....	38
Figura 22: Diagrama unifilar del Departamento del TIC'S de CNEL EP UN MLG.	40
Figura 23: Diagrama unifilar de las cargas críticas a ser consideradas con abastecimiento de energía solar, perteneciente al Departamento del TIC'S de CNEL EP UN MLG.....	42
Figura 24: Imagen del panel solar AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS.....	43
Figura 25: Dimensiones del panel solar AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS.....	44
Figura 26: Georreferencia de la ubicación de los paneles fotovoltaicos en PVWATTS.	48
Figura 27: Medición del espacio físico para la instalación de paneles fotovoltaicos.	50
Figura 28: Imagen general de las instalaciones administrativas de CNEL EP UN Milagro...51	
Figura 29: Imagen del Regulador de Carga MPPT 48V 160A.	53
Figura 30: Batería de fosfato de hierro y litio 24 Vdc 300Ah.	54
Figura 31: Inversor Solar Híbrido.....	56
Figura 32: Esquema de funcionamiento propuesta.	57
Figura 33: Comportamiento del consumo de energía de los medidores 371930 y 371963. .60	
Figura 34:\$/mes de los medidores 371930 y 371963.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de baterías solares	22
Tabla 2: Diferencias entre sistemas fotovoltaicos industriales y residenciales	22
Tabla 3: Tipos de integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos	25
Tabla 4: Artículo 690 del National Electrical Code – NEC	27
Tabla 5: Ley Orgánica del servicio público de energía	28
Tabla 6: Regulación 003/18	30
Tabla 7: Planillaje actual de los circuitos eléctricos del Departamento del TIC`S de CNEL EP UN MLG.	41
Tabla 8: Planillaje de los circuitos eléctricos del Departamento del TIC`S de CNEL EP UN MLG a ser considerados con abastecimiento de energía solar.	42
Tabla 9: Panel solar Monocristalino AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS	43
Tabla 10: Descripción técnica de panel solar	44
Tabla 11: Ajuste de factores para el cálculo de pérdidas por radiación solar	46
Tabla 12: Parámetros del sistema de paneles fotovoltaicos.	47
Tabla 13: Parámetros adicionales del sistema de paneles fotovoltaicos.	47
Tabla 14: Radiación solar recibida por mes y por año	48
Tabla 15: Energía solar recibida por mes.	49
Tabla 16: Especificaciones técnicas del regulador de carga	53
Tabla 17: Descripción técnica batería	55
Tabla 18: Descripción técnica inversor	56
Tabla 19: Kilovatio hora/ mes de los medidores	60
Tabla 20: Equipo mínimo requerido	61
Tabla 21: Costos implementación proyecto	63
Tabla 22: \$/mes de los medidores 371930 y 371963	63
Tabla 23: Análisis de sensibilidad	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Consumo medio diario.....	44
Ecuación 2: Cantidad de paneles necesarios	49
Ecuación 3: Número de paneles necesarios respecto al voltaje nominal	51
Ecuación 4: Corriente de entrada para cada regulador para configuración.....	52
Ecuación 5: Capacidad de las baterías para satisfacer el consumo	54
Ecuación 6: Cálculo número de baterías necesarias.....	55
Ecuación 7: Cálculo de potencia del inversor	56

RESUMEN

Los consumos energéticos que actualmente son suministrados por la red eléctrica pública para todas las áreas de las oficinas administrativas de la CNEL EP – Unidad de Negocio Milagro, en la cual se desconoce su real consumo y demanda eléctrica tanto en lo energético como en lo económico, siendo uno de sus objetivos implementar un sistema fotovoltaico para suministrar energía alternativa, disminuir el uso del kVA instalado y establecer una real facturación con base en sus consumos, además de aplicar las normativas, leyes y convenciones vigentes.

La metodología por aplicar se enfoca en establecer la potencia y los consumos de energía, formular los cálculos para la implementación de un sistema fotovoltaico para su equipamiento integral, cuantificar los costos del proyecto; así como también elaborar un diseño de programa de facturación energética acorde a su tarifa y al pliego tarifario vigente, el cual nos permita tener una factura similar o igual al de la distribución eléctrica.

Entre los resultados esperados es obtener información y control del comportamiento de la calidad y beneficio energético, calcular mayor disponibilidad de la potencia total o aparente instalada; determinar los verdaderos consumos energéticos para obtener una facturación real mensual, determinar y definir qué elementos se requiere; además, el proyecto como producto representará ser un modelo para diseñar e implementar futuros estudios fotovoltaicos.

Palabras clave: **energía alterna, sostenibilidad eléctrica, paneles fotovoltaicos, energía solar.**

ABSTRACT

The energy consumption that is currently supplied by the public power grid for all areas of the administrative offices of CNEL EP - Milagro Business Unit, in which its real consumption and electricity demand is unknown, both in energy and economic terms, being one of its objectives to implement a photovoltaic system to supply alternative energy, reduce the use of installed KVA and establish a real billing based on their consumption, in addition to applying the regulations, laws and conventions in force.

The methodology to be applied focuses on establishing the power and energy consumption, formulating the calculations for the implementation of a photovoltaic system for its integral equipment, quantifying the costs of the project, as well as elaborating an energy billing program design according to its tariff and the current tariff schedule, which will allow us to have an invoice similar or equal to that of the electricity distribution.

Among the expected results is to have information and control of the behavior of the quality and energetic benefit; to obtain greater availability of the total or apparent installed power; to determine the real energetic consumption to obtain a real monthly invoicing; in addition, the project as a product will represent a model to design and implement future photovoltaic studies.

Key word: **alternative energy, electrical sustainability, photovoltaic panels, solar energy.**

CAPITULO I

1. Descripción del Proyecto

En este capítulo se realiza una introducción del tema a desarrollar donde se establecen los parámetros de diseñar un sistema fotovoltaico competente en satisfacer las necesidades energéticas de las oficinas administrativas de la CNEL EP – Unidad de Negocio Milagro.

1.1.Introducción

Las relaciones existentes entre la degradación ambiental del territorio y las actividades de producción desarrollados por la sociedad finalmente revelan y advierten que esto debe corregirse; por lo que migrar al uso de fuentes de energía renovables convencionales es una prioridad que todo el país debe recurrir con el objetivo principal de reducir la huella carbono en el consumo final de energía, de esta manera la huella de carbono resulta en un indicador ambiental que determina directa o indirectamente las consecuencias de la generación de energía convencional, actividad que se ha realizado a través del tiempo de generación en generación. (Parrado Duque et al., 2019)

Las diferentes generaciones de energía pueden ser un proceso muy costoso que causa el agotamiento cada vez mayor de los recursos naturales existentes; por lo que en la actualidad la mayoría de las empresas generadoras de energía buscan alternativas sustentables y sostenibles para conseguir estos recursos sin tener que degradarlos o extinguirlos. (Rommel Alexis & Llanes Cedeño, 2020)

A la presente fecha existen estudios para determinar la rentabilidad económica que produce el ahorro de energía obtenido utilizando medidas de conservación de energía y sistemas solares pasivos, frente al costo que estas técnicas demandan. Y

se muestran los valores de la factibilidad económica de la inversión de estos métodos sostenibles y sustentables. (Fiscarelli, 2020)

De esta manera se han venido desarrollado variadas tecnologías, diseños y ahorro energético, bajo criterios de eficiencia energética y sostenibilidad compatibles con sistemas de certificación edilicia, mecanismos propuestos de transferencia al medio que permita la transformación de energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica aprovechando de manera consiente los recursos energéticos renovables y factibles de replicar desde los aspectos arquitectónicos, ambientales y tecnológicos. (Arboit Mariela Edith, 2008)

El presente estudio plantea el diseño de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de CNEL – EP de Milagro que proporcione eficiencia y ahorro energético a través del uso de fuentes renovables.

1.2. Antecedentes

La Corporación Nacional de Electricidad o CNEL – EP es una empresa estatal estratégica creada para prestar servicios públicos de distribución y comercialización de energía eléctrica en un área de servicio asignado, bajo un régimen propio establecido por regulación estatal con el fin de satisfacer las necesidades energéticas. (EP, 2023)

1.3. Definición del problema

El consumo de energía eléctrica actual de las dependencias físicas de la Unidad de Negocio Milagro sobrepasa los 35.575 kWh mes (corte junio 2023), resultando necesario definir e instaurar estrategias de ahorro en consumo energético y económico para abastecer las oficinas administrativas de la entidad donde se desarrollan actividades de negocio relacionadas a la gestión, y distribución de este

recurso y servicio básico, no solo en la ciudad de Milagro sino también en los cantones aledaños.

1.4. Justificación del Problema

En la actualidad CNEL EP Unidad de Negocio Milagro ofrece energía eléctrica a más de 143.399 consumidores emplazados en una superficie o extensión territorial aproximada de 4.009,97 km², su área de servicio abastece cantones aledaños tales como: El Triunfo, Naranjal, Naranjito, Yaguachi, Simón Bolívar, Marcelino Maridueña, Bucay, Simón Bolívar, General Antonio Elizalde (Bucay); y Cumandá (Chimborazo). (CNEL EP MILAGRO, 2023)

El presente estudio apunta principalmente a abastecer o electrificar las oficinas administrativas de la unidad de negocio ubicadas en la ciudad de Milagro, proceso a realizarse mediante la implementación de un sistema fotovoltaico monofásico que solvente la demanda energética principal de esa área, el desarrollo del proyecto estará definido por etapas, la primera etapa es la factibilidad; la segunda etapa se basará en el diseño del sistema fotovoltaico que se conecta a la red convencional, en el diseño se determinará de manera estratégica la ubicación física de los paneles de tal manera que capte la mayor cantidad de energía solar aprovechando los recursos climáticos y biofísicos de los que goza la ciudad de Milagro; y en la tercera etapa se determinará los costos energéticos resultantes del diseño a implementar.

El uso de nuevas tecnologías como solución a problemas de obtención y abastecimiento de energía eléctrica en establecimientos o instalaciones que prestan servicio a la población se puede determinar como ejemplo o modelo para crear conciencia social y argumentar la necesidad de preservar los recursos naturales existentes mediante métodos alternativos y amigables con el medio ambiente.

1.5.Objetivos

1.5.1.Objetivo General

Desarrollar y formular la factibilidad de un proyecto eléctrico monofásico para la implementación de un sistema de energía solar conectado a la red convencional, el cual suministrara energía alternativa a todas las oficinas administrativas de la Unidad de Negocio CNEL EP en la ciudad de Milagro, mediante un estudio de demanda y carga.

1.5.2.Objetivos Específicos

- Determinar la factibilidad de implementar este tipo de obtención de energía eléctrica mediante métodos sostenibles y sustentables.
- Realizar el diseño del sistema fotovoltaico que aproveche los recursos y factores climáticos existentes en el territorio sobre el cual se implantaría.
- Corroborar los resultados y cálculos obtenidos mediante la simulación del sistema en un software especializado y, finalmente, realizar un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto.

1.6.Hipótesis de la investigación

Al utilizar un sistema de obtención de recursos energéticos mediante métodos alternativos y amigables con el medio ambiente como son los sistemas fotovoltaicos resultará, a más de cubrir con la demanda necesaria en ahorro de energía y recursos económicos para la entidad pública, podrá posicionarse como proyecto, modelo o ejemplo a la sociedad de que este tipo de metodología sostenible puede llegar a solventar y satisfacer las necesidades de abastecimiento energético básico de la ciudadanía.

1.7.Diseño y metodología de la investigación

Para emplear una metodología de investigación, primero se debe analizar la ubicación del área de estudio; debido a que cada zona tiene sus propias características biofísicas, demográficas, socioeconómicas y ambientales, para efectos del presente estudio se realizara en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas. Para desarrollar el estudio es necesario recoger la información y obtener una base de datos, la recolección y análisis de datos se basa en:

▪**Metodología explotaria:** se refiere a la información inicial que se puede obtener, es el primer acercamiento al problema. (Acevedo Saavedra & Cárdenas, 2018)

▪**Metodología descriptiva:** se empleará para obtener datos tanto cuantitativos como cualitativos con respecto a las diferentes variables, siendo un método eficaz para la recolección de información. Se emplearán herramientas como: exploración física del área para verificar las características físicas (posición con respecto al sol, clima, etc.)

▪**Metodología explicativa:** Con toda la información obtenida se podrá plantear la investigación explicativa, lo que permitirá conocer ampliamente el tema de estudio, así como conocer las principales causas que originaron la necesidad, para de esta manera diseñar la solución más acertada.

La información recopilada se debe ordenar, procesar y resumir con el fin de realizar análisis cuantitativos, cualitativos y comparativos que servirán de base a la discusión para plantear el diseño del sistema fotovoltaico más idóneo.

Al final se apunta a explicar un comportamiento futuro del sistema fotovoltaico a implementar que tenga como objetivo cubrir las expectativas y necesidades planteadas. (Rodas Beltrán, 2013)

CAPITULO II

2. Fundamentación

2.1.Fundamentación Teórica

2.1.1. Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible ha formulado que se implemente en los sistemas productivos y en las economías, el respeto y la preservación del medio ambiente para garantizar los recursos a las generaciones futuras apoyado en un sistema tecnológico amigable con el entorno (Castro Alfaro & Marrugo-Salas, 2018), donde expresa que se debe de administrar de manera responsable los recursos con que se cuenta para que en el futuro las personas puedan tener disponibilidad de las mismas. Entonces, la responsabilidad social empresarial -en adelante responsabilidad ambiental para este artículo- se hace imperativo para la supervivencia misma de las organizaciones, ante la creciente conciencia ambiental por parte de la ciudadanía global.

En la actualidad el diagrama, composición y desarrollo de las actividades de la industria energética, cuyo medio de obtención se basa principalmente de los combustibles fósiles no son sostenibles, esto ha provocado graves consecuencias ambientales. De esta manera es necesario que se implementen métodos de obtención de este recurso básico que conserve los recursos naturales existente catalogando de esta forma a la energía obtenida del sol mediante sistemas sostenibles como son el sistema fotovoltaico como una opción apropiada, social y ecológicamente viable.

2.1.2. Recursos No renovables

Son los recursos naturales que existen en cantidades específicas y limitadas, pertenecen a la tierra, y muchas de ellas se han formado a lo largo de miles de años;

tales como combustibles fósiles, como petróleo, carbón, gas natural y los metales.

(Reynaldo Argüelles & Aguilera Peña, 2020)

2.1.3. Recursos Renovables

Los recursos renovables son recursos naturales que típicamente reponen sus reservas a una tasa igual o mayor que la tasa de consumo humano. Es decir, son cosas que, como su nombre indica, se actualizan, haciéndolas utilizables sin prácticamente riesgo de interrupción a largo plazo. La renovación de estos recursos naturales es posible con un consumo comprometido, en la medida en que los recursos puedan recuperarse mediante procesos naturales renovables, ya que estos no son recursos ilimitados. Además, el consumo responsable de estos recursos renovables supone un riesgo ambiental mucho menor que el consumo de recursos no renovables como los combustibles fósiles. (Rodríguez, 2021)

2.1.4. Energía

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo en base estructura (energía interna), posición (energía potencial) o movimiento (energía cinética). Según la forma en que se manifieste, se consideran diferentes formas de energía: térmica, mecánica, eléctrica, química, electromagnética, nuclear, lumínica, entre otras. Si bien la energía puede cambiar de forma a través de procesos de transformación de energía, esta permanece constante de acuerdo con el principio de conservación de la energía, principio que indica que la energía no se crea ni se pierde, solo se transforma, es constante, y no puede haber ni formación ni desaparición de energía en el Universo, sino sólo una transición de un sistema a otro, o la conversión de energía de una forma a otra. (Boletinagrario.com, 2021)

2.1.5. Energía renovable (ER)

2.1.5.1. Definición ER

La energía renovable es un tipo de energía obtenida fuentes naturales que puede reponerse más rápido de lo que puede agotarse. Ejemplos de algunos elementos de donde se obtiene este tipo de energía son la luz solar y el viento; estos se catalogan como recursos se actualizan constantemente. Las fuentes de energía renovables son abundantes y se pueden encontrar en todos los entornos; al contrario de las energías no renovables que le toma cientos de miles de años en formarse como los combustibles fósiles: carbón, petróleo y el gas. Las energías no renovables son altamente contaminantes al generar gases de efecto de invernadero como el dióxido de carbono. (Ñustes-Cuellar & Rivera-Rodriguez, 2017)

2.1.5.2. Fuentes de energía renovable o alterna

Las fuentes de energía alterna o energías renovables son las fuentes de energías basadas entre otras en el aprovechamiento del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal y los combustibles fósiles en lugar de utilizar las fuentes de energía tradicional de los recursos naturales no renovables. (Cadena, 2008)

2.1.5.3. Tipos de fuente alterna

Debido a su fuente inagotable y aprovechamiento existen algunas fuentes de energía renovable o alterna, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Energía solar
- Energía eólica
- Energía geotérmica
- Energía hidroeléctrica
- Energía oceánica
- Bioenergía

Para el presente estudio nos enfocaremos únicamente en la energía solar como fuente de energía renovable alterna.

2.1.5.4.Energía solar

2.1.5.4.1.Definición

La energía solar es un tipo de energía renovable, el más importante y juega un papel importante en la conversión de energía, al estimular una economía más limpia, protege el medio ambiente, mejora el bienestar de las personas y asegura el desarrollo empresarial sostenible. Se puede definir también como el calor obtenido de la radiación solar, es decir, utilizando la energía de la luz para transferir calor a los objetos.

Los desarrollos tecnológicos han hecho de la energía solar una de las fuentes de energía renovable más eficientes y rentables. Así, esta fuente inagotable de energía no solo contribuye al desarrollo sostenible del planeta, sino que también atrae inversiones, crea empleo y aumenta la conservación de los recursos naturales existentes. (Osornio-Cárdenas et al., 2022)

2.1.5.4.2.Ventajas

- Se determina como una fuente de energía completamente renovable, al proceder del sol como una fuente duradera e inagotable.
- Se determina como una energía limpia al no producir residuos ni contaminación.
- Es una energía silenciosa que no produce contaminación acústica
- Es accesible al considerarse de fácil adaptación a las características y variables físicas de cualquier territorio.

2.1.5.4.3. Tipos de energía solar

▪Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se obtiene a través de un sistema fotovoltaico que no es otra cosa que una instalación que genera electricidad mediante módulos fotovoltaicos que pueden convertir la radiación del sol directamente en electricidad. Los paneles solares contienen celdas fotovoltaicas que, cuando se exponen a la luz directa, se ionizan y liberan electrones que interactúan entre sí para generar una corriente eléctrica. (Gasparin & Krenzinger, 2017)



Figura 1: Placas solares

Fuente: (Energías Renovables, 2022)

▪Energía solar térmica

Este tipo de energía solar utilizan colectores solares para convertir la radiación solar en calor. Estos colectores acumulan y almacenan la radiación solar para calentar agua, que luego se utiliza para mantener la calefacción o el agua caliente sanitaria con fines sanitarios, civiles o industriales. Existe otra opción llamada energía solar concentrada, también conocida por las siglas en inglés CSP (energía solar concentrada). En este caso, el sistema funciona con un conjunto de lentes o espejos que enfocan la luz solar sobre una superficie específica. La energía obtenida de este tratamiento se utiliza para generar electricidad, utilizar calor para hervir agua, generar vapor y accionar, como turbinas, generadores. (Osornio-Cárdenas et al., 2022)

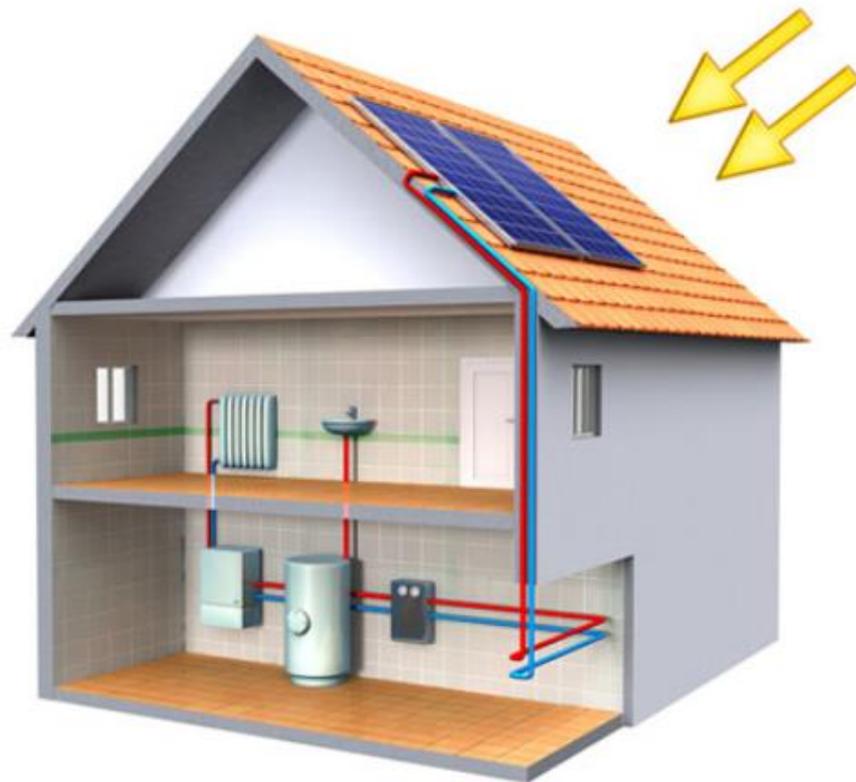


Figura 2: Energía solar térmica.

Fuente: (MURCIA, 2021)

▪Energía solar pasiva

En el caso de la energía solar pasiva esta se obtiene mediante el aprovechamiento directo a través de materiales y soluciones constructivas, sin necesidad de convertirla en otra forma de energía. Las tecnologías solares pasivas son formas parte fundamental del ecodiseño y es la base de la arquitectura bioclimática, y su objetivo principal es calentar los espacios habitables. La luz natural, tanto directa como a través de lámparas fluorescentes (con espejos en su interior), también puede considerarse un ejemplo de aprovechamiento pasivo de la energía solar. (Silva Lindo et al., 2017)

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

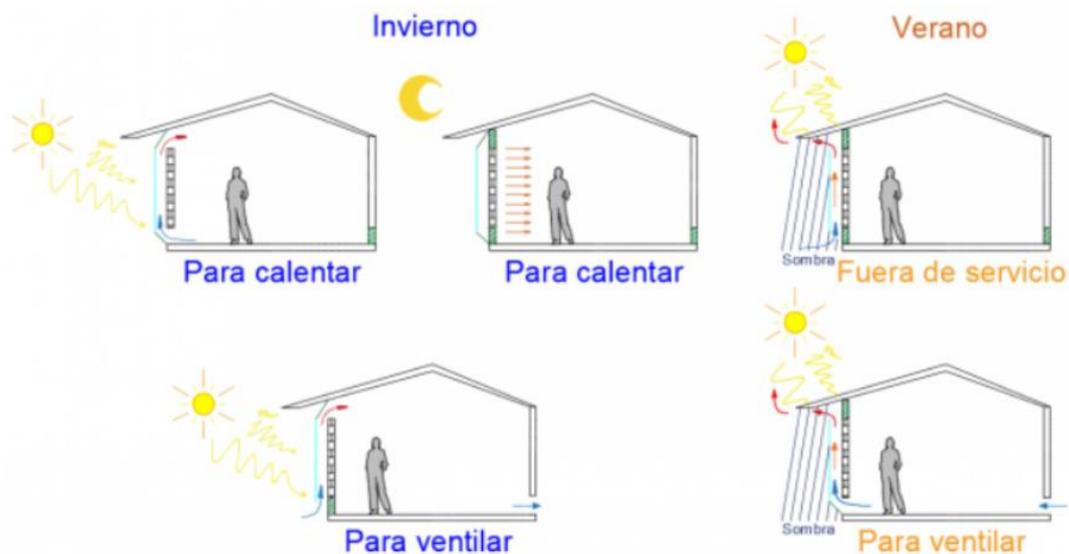


Figura 3: Energía solar pasiva.

Fuente: (ZIGURAT, 2020)

▪Energía solar híbrida

Este tipo de energía es el que combina con otras energías, principalmente renovables, para un mayor aporte energético. El ejemplo más común es la combinación de energía solar y eólica. Los sistemas híbridos fotovoltaicos y eólicos combinan paneles solares con turbinas eólicas, maximizando el uso de fuentes de energía solar y eólica. (Martínez-Peralta et al., 2022)



Figura 4: Energía solar híbrida.

Fuente: (E4S, 2019)

2.1.6. Sistemas fotovoltaicos

2.1.6.1. Definición

Un sistema fotovoltaico es un sistema eléctrico especial que genera energía a partir de una fuente renovable e inagotable: el sol. De esta manera el sistema fotovoltaico está formado por un conjunto de dispositivos que se utilizan para captar la energía solar y convertirla en electricidad. Estos sistemas se basan en la capacidad de las células fotovoltaicas para convertir la luz solar en electricidad. Si el sistema está conectado a la red, esta energía se convierte en corriente alterna mediante un inversor y finalmente se utiliza en la industria o en los hogares; de ahí su importancia como fuente de energía renovable. (Janeth & Daniel, 2021)

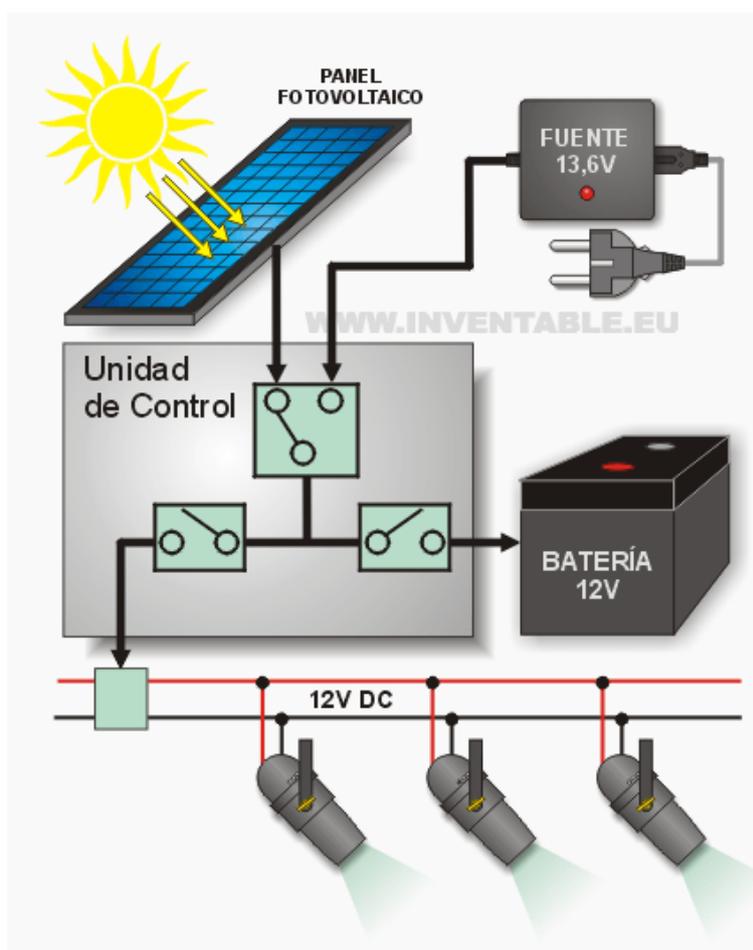


Figura 5: Sistema fotovoltaico

Fuente: (Helioesfera, 2021)

2.1.6.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos

Básicamente existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos

▪ **Sistema conectado a la red** es un sistema integrado con sistemas eléctricos domésticos e industriales comunes. Se pueden usar indistintamente o junto con la red, si es necesario, para satisfacer las necesidades energéticas del beneficiario final.

▪ **Sistemas aislados** están diseñados de tal manera que incluyen un sistema de baterías que garantiza el "funcionamiento continuo", es decir, el suministro de energía incluso durante la noche o cuando los niveles de radiación solar son insuficientes o están ausentes.

2.1.6.3. Funcionamiento de un sistema fotovoltaico

Los paneles fotovoltaicos, comúnmente conocidos como paneles solares, contienen células fotovoltaicas que captan la luz solar transformando la energía solar en electricidad. Estos elementos, hechos de semiconductores portadores de energía (como el silicio), se conectan para formar un módulo. Un panel solar de techo típico que consta de 30 módulos. Cuando el semiconductor del panel fotovoltaico capta la luz emitida por el sol, los electrones (que son la base de la electricidad) se liberan de su lugar y pasan a través del semiconductor. Estos electrones liberados, con una carga negativa, se mueven a través de la celda hacia el área frontal, creando un desequilibrio de carga entre las superficies frontal y posterior.

Las celdas solares generan electricidad porque este desequilibrio a su vez genera un voltaje similar a los terminales negativo y positivo de una batería. A continuación, la electricidad se recoge en los cables y se utiliza o almacena inmediatamente en la batería del sistema fotovoltaico. No es que los paneles solares

solo funcionen cuando hace sol. Pero en un día nublado, no producirán tanta energía como en un día soleado. (López Mas et al., 2022)

2.1.6.4. Componentes de un sistema solar fotovoltaico

Los componentes de un sistema solar fotovoltaico varían dependiendo de si son instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red o independientes.

Los principales componentes son:

- **Módulos fotovoltaicos:** Un sistema fotovoltaico captura la energía emitida por el sol utilizando componentes especiales llamados módulos fotovoltaicos que pueden generar electricidad cuando se exponen a la luz solar. (Solar.com, 2020)
- **Estructuras de soporte de los módulos:** Un sistema fotovoltaico captura la energía emitida por el sol utilizando componentes especiales llamados módulos fotovoltaicos que pueden generar electricidad cuando se exponen a la luz solar.
- **Convertidor:** es un dispositivo electrónico que convierte la energía generada por los módulos (denominada corriente continua - DC) en un tipo de energía utilizada por usuarios domésticos o industriales (denominada corriente alterna - AC). Para aumentar la seguridad del sistema, las unidades también vienen con dispositivos de seguridad que las apagan en caso de un corte o pico de energía.
- **Conductor eléctrico:** es el elemento que transporta la energía del sistema al usuario o consumidor final.

Existen componentes adicionales que mejoran la eficiencia de la energía obtenida mediante este sistema:

- **Sistema de monitorización (automatización):** permite monitorear de forma remota los sistemas fotovoltaicos, la producción y el consumo de energía, así como verificar el estado de funcionamiento del inversor;
- **Almacenamiento de energía:** permite a los usuarios mejorar la eficiencia de su sistema fotovoltaico almacenando la energía producida durante el día para su uso posterior cuando el sistema no está produciendo. De esta forma, los usuarios pueden maximizar el consumo de energía del sistema fotovoltaico sin tener que cambiar sus hábitos de consumo. (energianow, 2020)

2.1.6.5. Análisis de los elementos de un sistema fotovoltaico

2.1.6.5.1. Panel solar

Un panel solar es el encargado de recoger la energía/radiación solar y se convertirla en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Este tipo de panel solar consta de pequeñas células llamadas células fotovoltaicas.



Figura 6: Modulo – panel fotovoltaico

Fuente: (Energía, 2022)

2.1.6.5.2. Célula fotovoltaica

La célula fotovoltaica es la parte del panel fotovoltaico encargada de convertir la radiación solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico. El resultado es una corriente continua.

Las células fotovoltaicas están encerradas en dos capas entre un vidrio frontal y una capa posterior de polímero termoplástico u otro vidrio. Se utiliza una lámina de vidrio cuando se necesitan módulos con cierta transparencia. (Nascimento, 2010)

Las células fotovoltaicas más comunes están hechas de silicio y se pueden dividir en tres subtipos:

- Célula fotovoltaica de silicio monocristalino.
- Célula fotovoltaica de silicio policristalino de mayor eficiencia.
- Las celdas de silicio amorfo son las menos eficientes, pero también las más baratas.

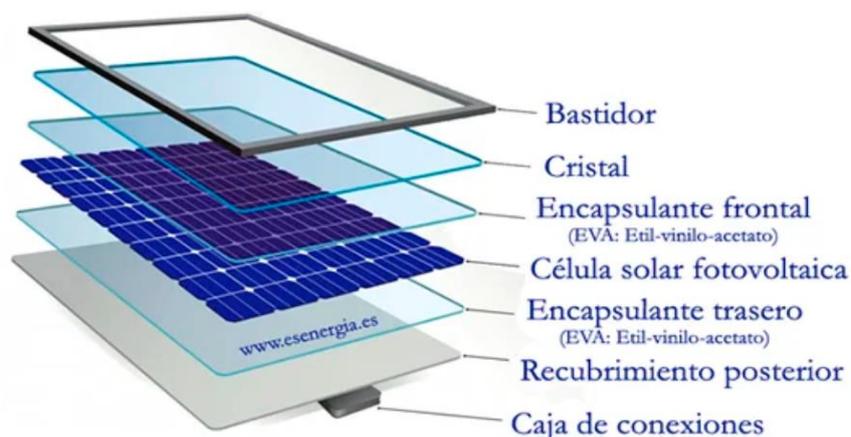


Figura 7: Célula solar fotovoltaica – componentes

Fuente: (Esennergia.es, 2021)

2.1.6.5.3. Inversor de corriente

Es un dispositivo electrónico que se encarga de convertir la corriente generada en el panel fotovoltaico en la fuente de alimentación óptima. El inversor convierte la corriente continua generada en corriente alterna.

El panel fotovoltaico de este tipo de instalaciones suministra energía en forma de corriente continua. Esta corriente se puede convertir en corriente alterna mediante un inversor y alimentar a la red o a la red interna. (Trujillo Rodríguez et al., 2012)

El proceso, simplificado de trabajo de los inversores de corrientes es:

La electricidad se genera a baja tensión (380-800 V) y corriente continua.

Es convertida por un inversor en corriente alterna.

En las centrales eléctricas con una capacidad inferior a 100 kW, la energía se alimenta directamente a la red de distribución de baja tensión. Y para potencias superiores a 100 kW se utilizan transformadores para elevar la energía a media tensión e inyectarla a la red de transporte.

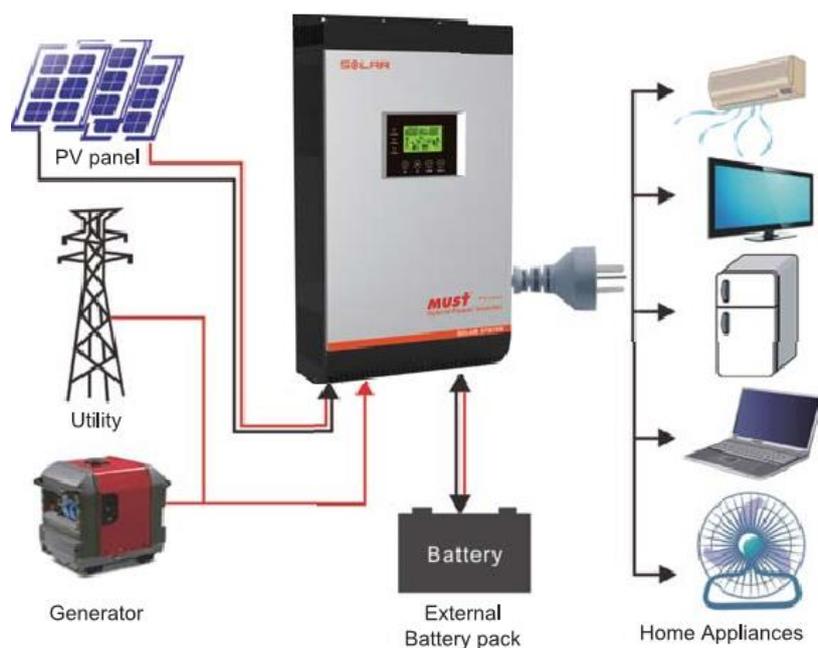


Figura 8: Inversor de corriente

Fuente: (DCA, 2022)

Existen algunas clasificaciones de inversores de corriente:

▪ **Inversor de conexión aislada:** Este tipo de inversor se utiliza en instalaciones fotovoltaicas aisladas, es decir, no está conectado a la red y se utiliza, por ejemplo, para necesidades individuales.

▪**Según la salida que proporcione el inversor:**

Inversor monofásico está conectado directamente a la red eléctrica. Proporcionan electricidad de uso común en los hogares, electrodomésticos o iluminación y tienen facturas de electricidad bajas.

Inversor trifásico consta de tres conexiones delgadas que transmiten energía de forma continua. Este tipo de conexión no es común en los hogares, pero puede usarse para motores o algunos tipos de iluminación, por ejemplo.

▪**Según la calidad de onda generada:**

Inversor de onda sinusoidal modificada es una onda cuadrada no recomendada para cargas pesadas con componentes electrónicos sensibles, se pueden utilizar para cargar teléfonos móviles, ver la televisión, la luz o la radio.

Inversor de onda senoidal pura es un tipo de inversor adecuado para instalaciones eléctricas domésticas ya que se adapta mejor al funcionamiento normal de los electrodomésticos que necesiten corriente alterna de alta calidad. Por ejemplo, cualquier electrodoméstico motorizado, como una lavadora, un refrigerador, una herramienta eléctrica u otro electrodoméstico, como un horno de microondas.

(Anónimo, 2012)

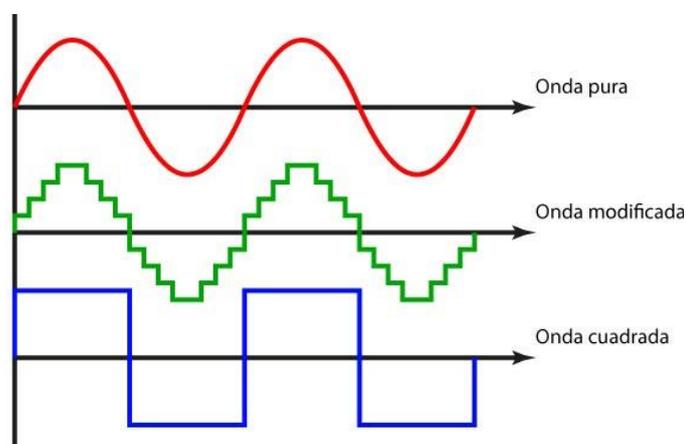


Figura 9: Tipos de inversor según la calidad de onda generada

Fuente: (DCA, 2022)

2.1.6.5.4. Baterías y reguladores de carga

Las baterías solares son utilizadas para almacenar la electricidad generada por un panel fotovoltaico en una instalación de sistema fotovoltaico. Comúnmente suelen denominarse baterías fotovoltaicas. Una batería es un dispositivo electroquímico que utiliza energía química para almacenar o liberar energía eléctrica. En las baterías convencionales, los reactivos se introducen durante el proceso de fabricación de la batería, de esta manera cuando la batería se agota disminuye el voltaje y la batería se reemplaza.

Se utilizan para almacenar la electricidad generada por los paneles solares fotovoltaicos durante las horas pico de radiación solar. Esto le permite usarlo más tarde en la noche o en días nublados. El uso de baterías también ayuda a proporcionar una corriente superior a la que puede proporcionar el panel fotovoltaico durante el funcionamiento. Este será el caso cuando se utilicen varios dispositivos eléctricos al mismo tiempo. (Energía Solar, 2017)

Las baterías solares están formadas por pequeños acumuladores eléctricos de 2V conectadas en una celda. Las baterías funcionan con 6, 12, 24 o 48 V CC. Una batería es una celda que almacena energía en un proceso electroquímico.

Las baterías se clasifican según el tipo de tecnología de fabricación, así como el electrolito utilizado. Los tipos de baterías solares más utilizados en instalaciones fotovoltaicas son las baterías de plomo-ácido debido a la relación coste-energía disponible. Su eficiencia es del 85-95%, mientras que Ni-Cad es del 65%. (Espinel-Blanco et al., 2020)

Clasificación de baterías solares

Baterías de ácido-plomo para paneles solares



Son el tipo de batería más antiguo.

Estas baterías son capaces de entregar altas corrientes, gracias a lo cual sus celdas se caracterizan por una alta densidad de energía. Esta característica y el bajo precio los hacen adecuados para muchas aplicaciones, especialmente en aplicaciones de energía solar, paneles solares y automóviles. Después de todo, pueden proporcionar la alta corriente requerida por un principiante.

Las baterías de plomo ácido fallarán prematuramente si no se cargan por completo después de cada ciclo. Dejar que una batería de plomo-ácido se descargue (durante varios días) en cualquier momento resultará en una pérdida permanente de capacidad.

Baterías líquidas - electrolito líquido



Este tipo de baterías almacenan energía a partir de un combustible recargable que consta de electrodos o nanopartículas. Este combustible se encuentra en estado líquido. Hay dos tipos de pilas líquidas:

- Abierto, con tapa para cambio de agua.
- De forma hermética, cerrada, pero con una válvula que permite la salida de cualquier gas en caso de sobrecarga.

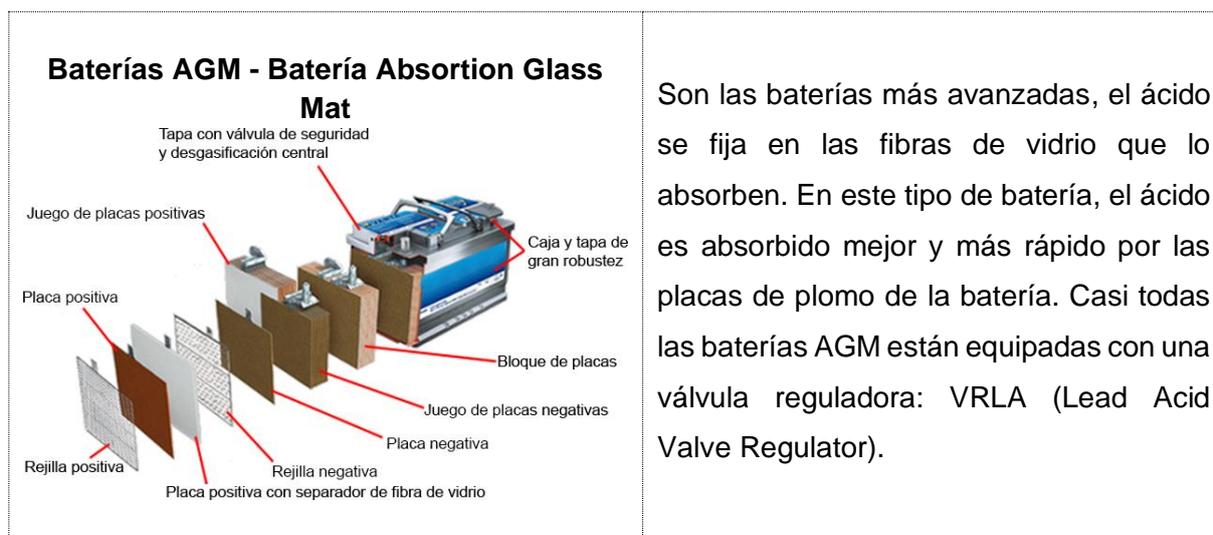


Tabla 1: Clasificación de baterías solares

Fuente: Elaboración propia

2.1.7. Diferencia entre un sistema fotovoltaico industrial y residencial

Existen notables diferencias del diseño de sistema fotovoltaicos de acuerdo con su uso o destino de abastecimiento final, es decir el diseño del sistema fotovoltaico residencial difiere del industrial en los siguientes aspectos: (Ruiz, 2022)

Diferencias paneles solares residenciales e industriales	
Tamaño	<ul style="list-style-type: none"> - Los paneles residenciales suelen ser más pequeños y generan menos energía porque abastecen a menos personas. - El tablero residencial promedio tiene 72 celdas, mientras que el tablero comercial/industrial es más amplio con 96 celdas. - El precio de un panel se calcula en función de la cantidad de energía que produce, no de su tamaño. Entonces, un sistema de 10 kWh para un hogar cuesta lo mismo que un sistema de la misma capacidad para una empresa.
Eficiencia	Debido a que los paneles industriales son más grandes que sus contrapartes domésticas, generan energía de manera más eficiente. Los paneles solares industriales son un 20 % más eficientes, un 2 % más eficientes que los paneles residenciales.
Instalación	La instalación de paneles fotovoltaicos industriales lleva mucho más tiempo, de una semana a un mes. Por el contrario, la instalación de paneles solares en casa suele tardar uno o dos días.
Color	Los paneles solares para uso industrial suelen ser negros sobre fondo blanco, mientras que los clientes residenciales eligen paneles negros con fondo negro.

Tabla 2: Diferencias entre sistemas fotovoltaicos industriales y residenciales

Fuente: Elaboración propia

2.1.8. Integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos

La integración arquitectónica de la energía solar fotovoltaica, conocida mundialmente como BIPV: Building-Integrated Photovoltaics, se ha catalogado como una herramienta para el diseño y construcción de edificaciones de energía cero.

En este tipo de diseño el sistema fotovoltaico es el elemento generador que sustituye a otros elementos constructivos convencionales, asumiendo funciones arquitectónicas específicas como protección de elementos externos (lluvia, nieve, viento, granizo, etc.), protección solar, luz natural, aislamiento térmico, integridad, resistencia al fuego, protección contra el ruido, seguridad, etc., además de la generación de energía. Los componentes de construcción fotovoltaicos ahora están disponibles comercialmente y están diseñados para integrarse en casi cualquier parte de la envolvente de un edificio: fachadas herméticas a la luz, aberturas, techos, tragaluces, tragaluces, pisos, parasoles, barandillas, etc. (Vega, 2018)

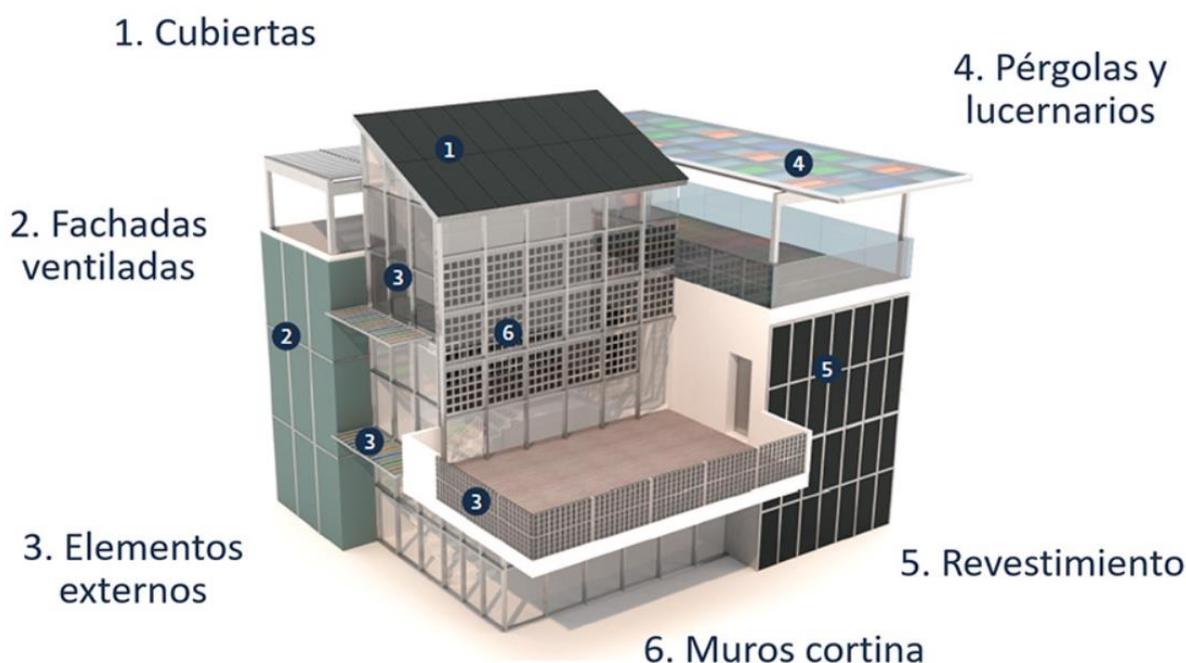


Figura 10: Integración arquitectónica de la energía fotovoltaica

Fuente: (Madrid, 2022)

2.1.9. Tipos de integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos

De esta manera se pueden diferenciar tres formas de integración arquitectónica para las instalaciones de sistemas fotovoltaicos:

- **Instalaciones no integradas:** se catalogan como módulos emplazados en las zonas exteriores de la edificación es decir no instaura relación con alguna parte de la edificación.
- **Instalaciones parcialmente integradas:** en este tipo de instalaciones los módulos fotovoltaicos son posicionados en partes de la edificación como por ejemplo tejados, cubiertas, entre otros.
- **Instalaciones integradas:** en este tipo de instalaciones el sistema fotovoltaico reemplaza elementos constructivos de la edificación y asume funciones arquitectónicas como por ejemplo revestimiento de la edificación.



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Instalaciones parcialmente integradas	
Instalaciones integradas	

Tabla 3: Tipos de integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos

Fuente: Elaboración propia

2.2.Fundamentación Legal

Los proyectos o diseños de sistemas fotovoltaicos deberán cumplir las normativas técnicas y de seguridad de acuerdo con los estándares a nivel local y global siendo este factor uno de los requisitos solicitados para su conexión a la red de abastecimiento público, tal como se detalla a continuación:

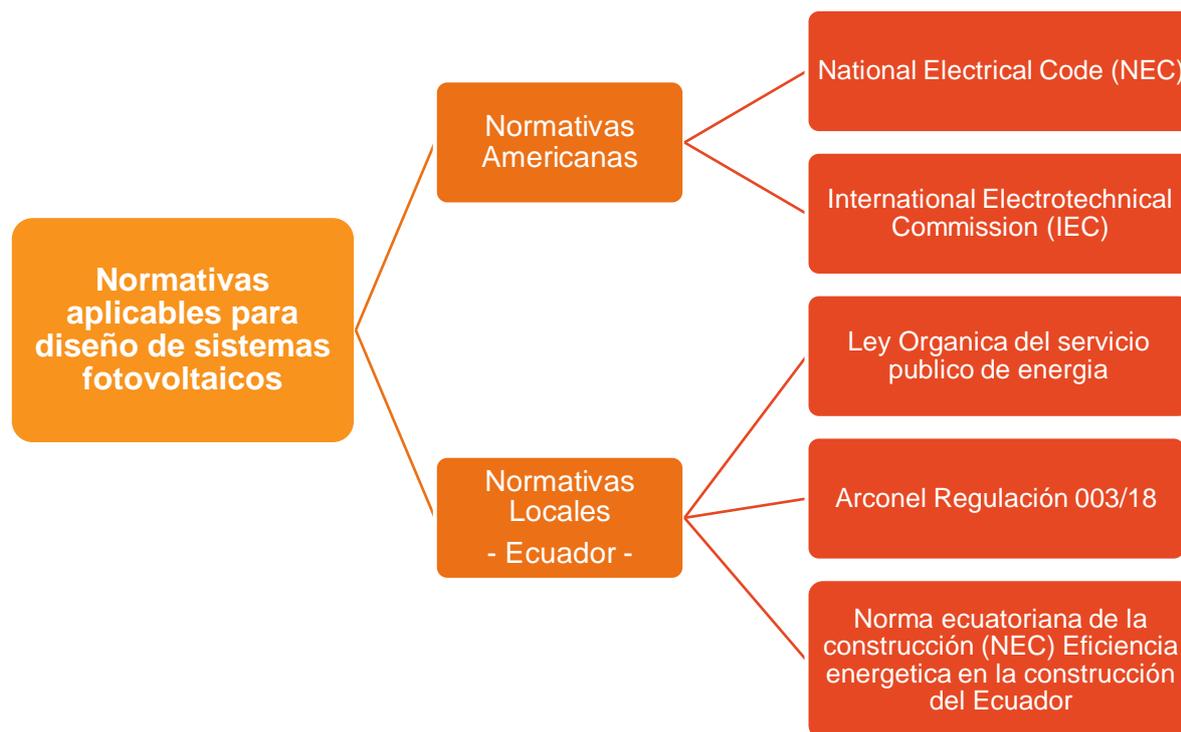


Figura 11: Estándares a nivel local y global

Fuente: Elaboración propia

2.2.1. Normativas Americanas

2.2.1.1. National Electrical Code – NEC

El artículo 690 del National Electrical Code – NEC, establece los siguientes parámetros referentes al diseño de sistemas fotovoltaicos:

National Electrical Code – NEC						
Table 690.31(E) Correction Factors						
Ambient Temperature (°C)	Temperature Rating of Conductor				Ambient Temperature (°F)	
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	105°C (221°F)		
30	1.00	1.00	1.00	1.00	86	
31–35	0.91	0.94	0.96	0.97	87–95	
36–40	0.82	0.88	0.91	0.93	96–104	
41–45	0.71	0.82	0.87	0.89	105–113	
46–50	0.58	0.75	0.82	0.86	114–122	
51–55	0.41	0.67	0.76	0.82	123–131	
56–60	—	0.58	0.71	0.77	132–140	
61–70	—	0.33	0.58	0.68	141–158	
71–80	—	—	0.41	0.58	159–176	

Factores de corrección

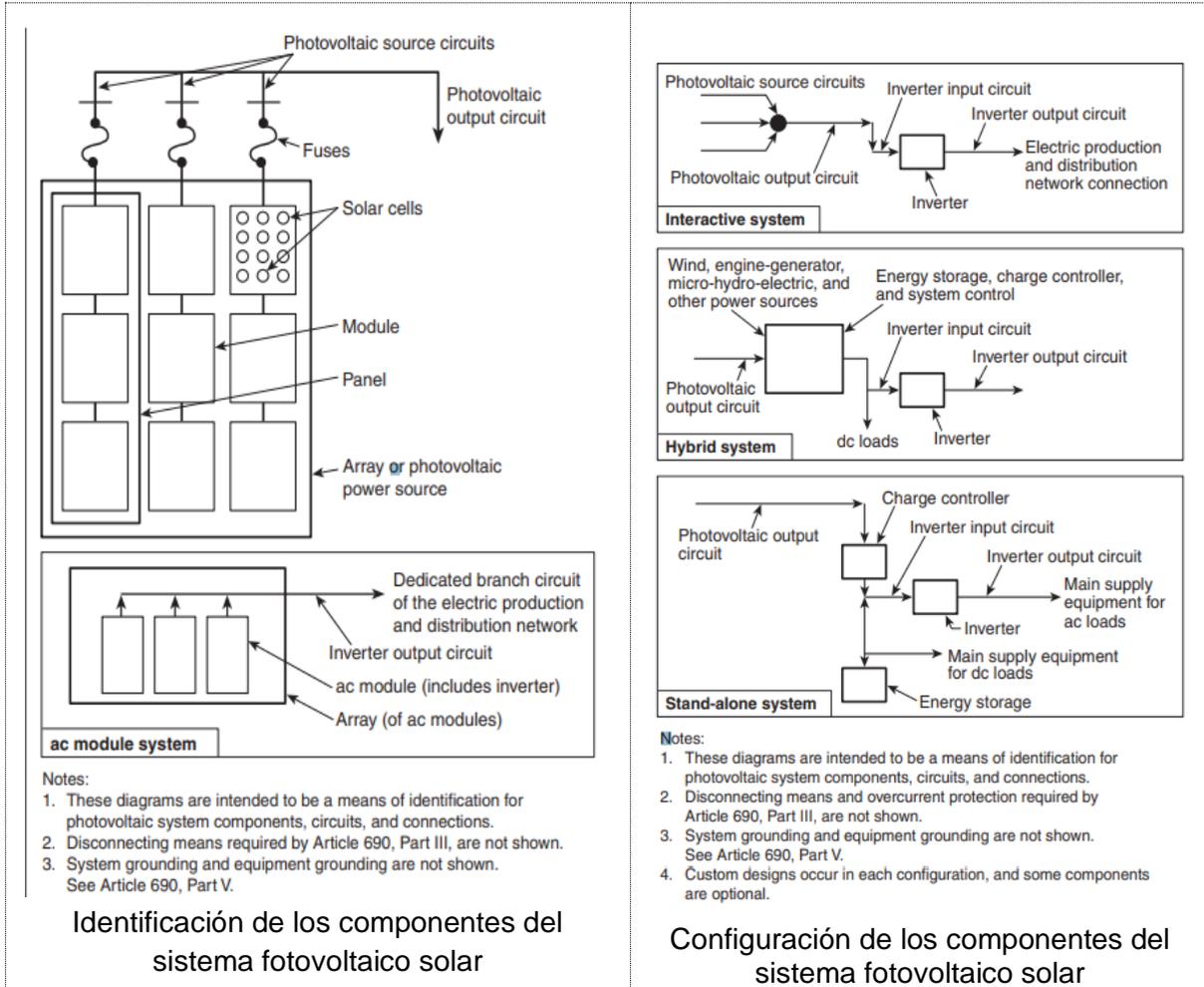


Table 690.7 Voltage Correction Factors for Crystalline and Multicrystalline Silicon Modules

Correction Factors for Ambient Temperatures Below 25°C (77°F). (Multiply the rated open circuit voltage by the appropriate correction factor shown below.)

Ambient Temperature (°C)	Factor	Ambient Temperature (°F)
24 to 20	1.02	76 to 68
19 to 15	1.04	67 to 59
14 to 10	1.06	58 to 50
9 to 5	1.08	49 to 41
4 to 0	1.10	40 to 32
-1 to -5	1.12	31 to 23
-6 to -10	1.14	22 to 14
-11 to -15	1.16	13 to 5
-16 to -20	1.18	4 to -4
-21 to -25	1.20	-5 to -13
-26 to -30	1.21	-14 to -22
-31 to -35	1.23	-23 to -31
-36 to -40	1.25	-32 to -40

Corrección de los factores de voltaje

Tabla 4: Artículo 690 del National Electrical Code – NEC

Fuente: Elaboración propia información tomada de (NEC, 2023)

2.2.2. Normativas Ecuatorianas

2.2.2.1. Ley Orgánica del servicio público de energía

Ley Orgánica del servicio público de energía
<p>Art. 25.- De las empresas privadas y de economía popular y solidaria.- El Estado, por intermedio del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, podrá delegar, de forma excepcional, a empresas de capital privado, así como a empresas de economía popular y solidaria, la participación en las actividades del sector eléctrico, en cualquiera de los siguientes casos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Cuando sea necesario para satisfacer el interés público, colectivo o general;2. Cuando la demanda del servicio no pueda ser cubierta por empresas públicas o mixtas; o,3. Cuando se trate de proyectos que utilicen energías renovables no convencionales que no consten en el Plan Maestro de Electricidad; <p>Los proyectos que utilicen energías renovables, podrán acceder a un esquema de incentivos que se determine en la normativa jurídica respectiva.</p> <p>Las empresas privadas o de economía popular y solidaria que se mencionan en este artículo deberán estar establecidas en el Ecuador, de conformidad con la normativa correspondiente.</p> <p>Se exceptúa de los procesos públicos de selección, mencionados en este capítulo, el otorgamiento de concesiones, que conforme a este artículo, efectúe el Estado por intermedio del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, respecto de proyectos que dispusiere, mediante delegación a empresas estatales extranjeras o subsidiarias de estas, compañías de economía mixta o a consorcios en que dichas empresas estatales tengan participación mayoritaria.</p> <p>En todo caso, los contratos de concesión, estarán sujetos a la observancia de las normas de la Constitución de la República, esta ley, su reglamento general y los acuerdos previos a su otorgamiento directo.</p> <p style="text-align: center;">Artículo 25</p>
<p>Título IV GESTION DE FUENTES ENERGETICAS Y ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES</p> <p>Art. 26.- Energías renovables no convencionales.- El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, de conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía.</p> <p>La electricidad producida con este tipo de energías contará con condiciones preferentes establecidas mediante regulación expedida por el ARCONEL.</p> <p style="text-align: center;">Artículo 26</p>

Tabla 5: Ley Orgánica del servicio público de energía

Fuente: Elaboración propia información tomada de (ENERGIA, 2018)

2.2.2.2. Agencia de regulación y control de Energía y Recursos naturales no renovables.

Regulación 003/18 - ARCONEL

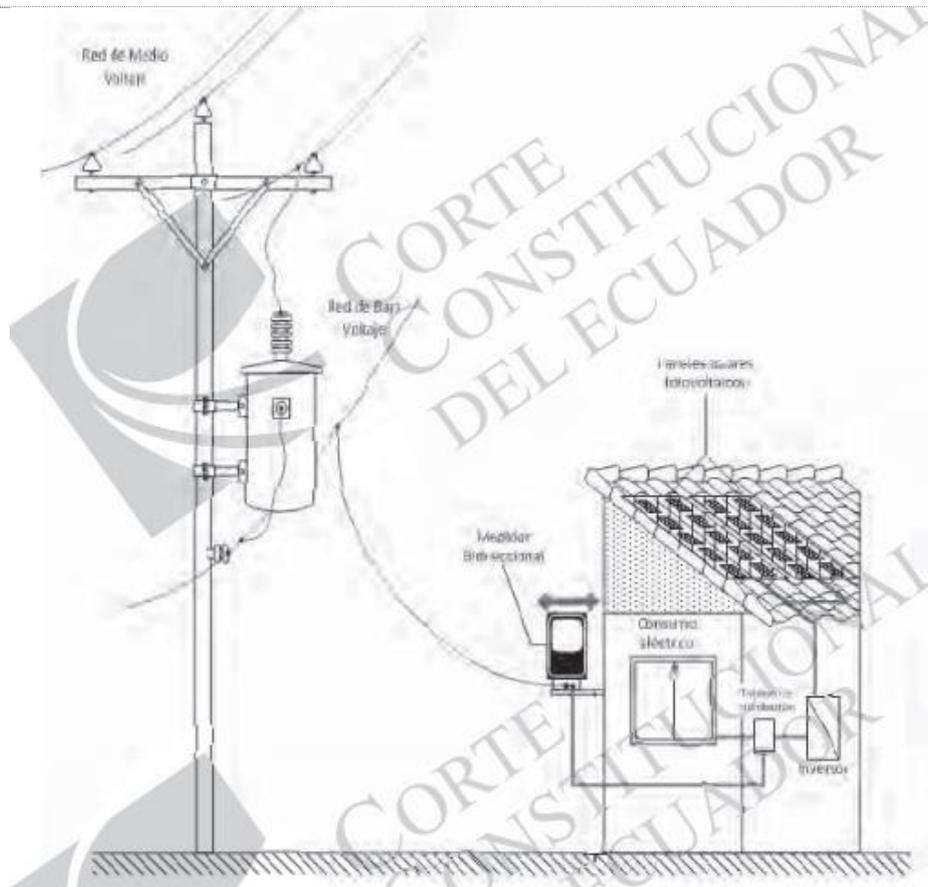
Resuelve:

Emitir la presente Regulación denominada **“Microgeneración fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”**.

1 OBJETIVO

Establecer las condiciones para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con sistemas de microgeneración fotovoltaica - μ SFV- hasta 100kW de capacidad nominal instalada, ubicados en techos, superficies de viviendas o en edificaciones para las categorías residencial y general determinados en el pliego tarifario en bajo o medio voltaje.

Artículo 1 Objetivo



Esquema de instalación del SFV

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

<p>Capacidad nominal instalada = $\frac{\sum_{i=mes 1}^{mes 12} E_{mensual_i} (kWh)}{\text{Factor}_{planta de diseño} * 8760 (h)} (kW)$</p> <p><i>E mensual_i</i>: Energía mensual facturada al consumidor, en caso de no contar con este registro, se podrá realizar una proyección en el estudio técnico. <i>Factor de planta de diseño</i>: será determinado en el estudio técnico.</p> <p style="text-align: center;">Dimensionamiento del SFV</p>
<p style="text-align: center;">Balance Neto de Energía</p>  <p>Tratamiento comercial de la Energía producida por sistemas fotovoltaicos sfv de baja capacidad</p>
<p style="text-align: center;">$\Delta E = (\text{Energía consumida de la red} - \text{Energía inyectada en la red})$</p> <p>$\Delta E$: Resultado del balance neto < 0; remanente negativo ΔE: Resultado del balance neto > 0; remanente positivo</p> <p style="text-align: center;">Liquidación de la energía entregada a la red de la empresa de distribución</p>

Tabla 6: Regulación 003/18

Fuente: Elaboración propia información tomada de (ARCONE, FAOLEX, 2023)

CAPITULO III

3. Metodología

3.1. Características generales de la zona

En América Latina según el Banco Mundial, los estudios indican que el fenómeno de la Niña en el 2022 afectó la radiación solar en la zona de América del Sur originando una reducción de nubosidad y precipitaciones (SOLARGIS, 2022).

Sin embargo, en el año 2023 la radiación solar resultó mayor con la aparición del fenómeno del Niño. En Ecuador, según el Comité Nacional para el Estudio Regional de El Niño, manifestó que existen condiciones inestables en el tema de lluvias, pero por otra parte se evidenció temperaturas fuertes derivadas por la radiación solar, principalmente entre las horas desde las 12:00 hasta las 16:00 (PRIMICIAS, 2023).

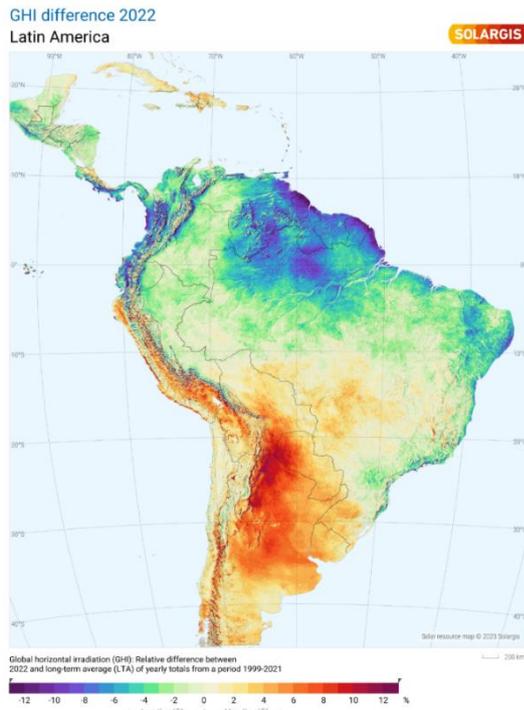


Figura 12: Irradiación global horizontal, zona América del Sur.

Fuente: (SOLARGIS, 2022)

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

En Ecuador, datos obtenidos del Banco Mundial desde 1999 hasta el año 2018, resalta los valores obtenidos de la irradiación global, los cuales en el sector del estudio aproximadamente alcanzó entre 1387 a 1534 kWh/m² anuales (SOLARGIS, 2018).

MAPA DE RECURSO SOLAR

IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL ECUADOR

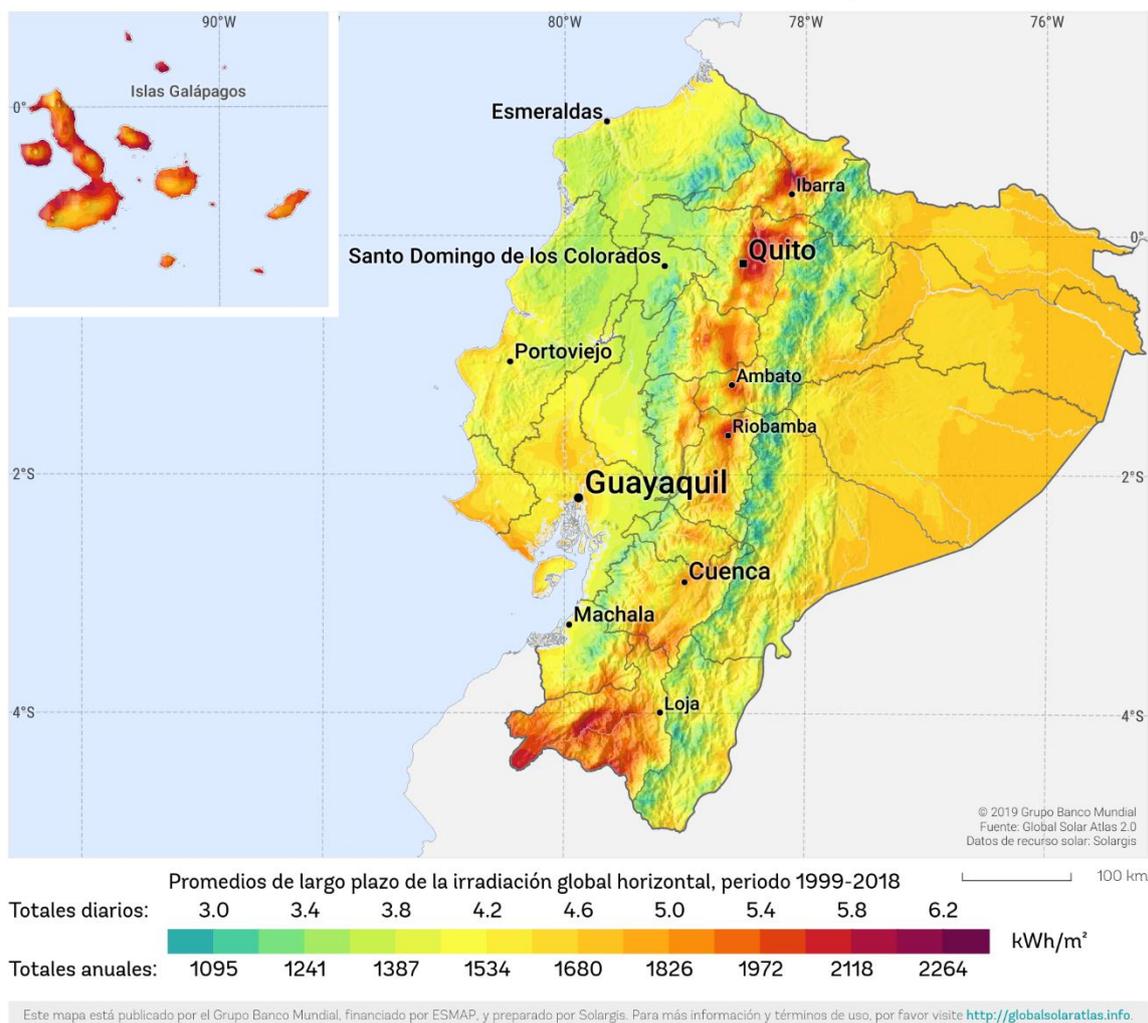


Figura 13: Irradiación global, zona Ecuador.

Fuente: (SOLARGIS, 2018)

Para efectos de estudio, todos los análisis serán enfocados en un sector perteneciente al cantón Milagro también conocido como San Francisco de Milagro, el

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

cual cuenta con una extensión de 405,63 km² de superficie. Dicho cantón se encuentra ubicado en el sector centro-oeste de la provincia del Guayas, es el tercer cantón con mayor población de esta provincia. Su cabecera cantonal es la ciudad de Milagro.

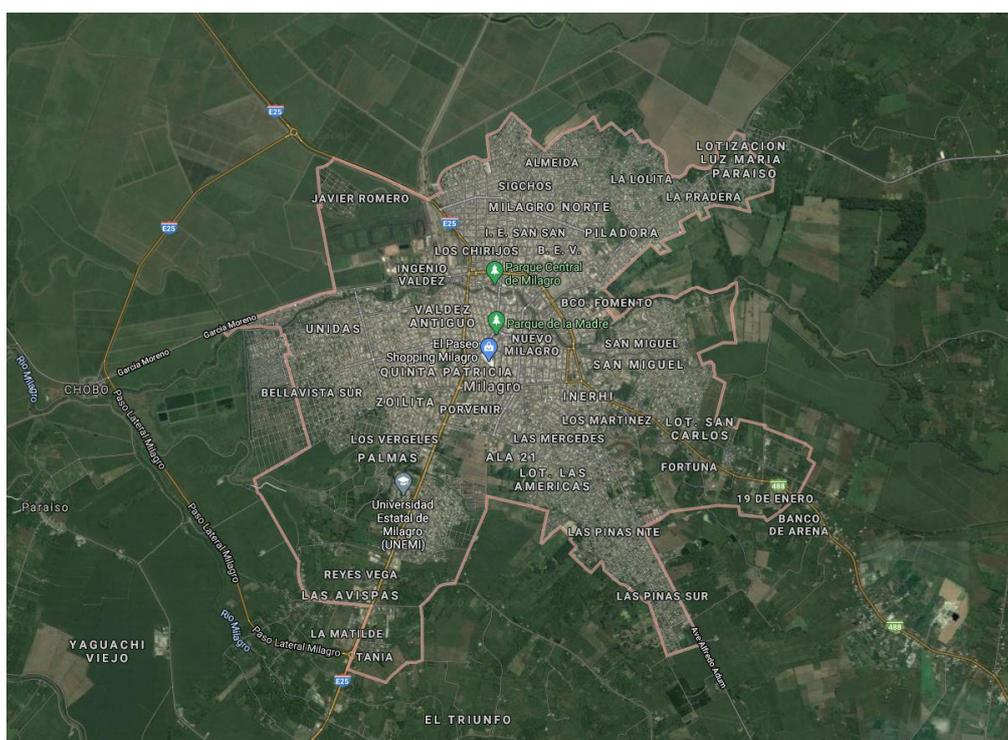


Figura 14: Delimitación del cantón Milagro.

Fuente: Fotografía de Google Earth

3.2. Características climatológicas del cantón

El cantón Milagro tiene un clima que está clasificado como tropical. La precipitación es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Af. La temperatura media anual es 23.9°C en Milagro. La precipitación aproximada es de 4283 mm. (Climate-Data.org, 2022)

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

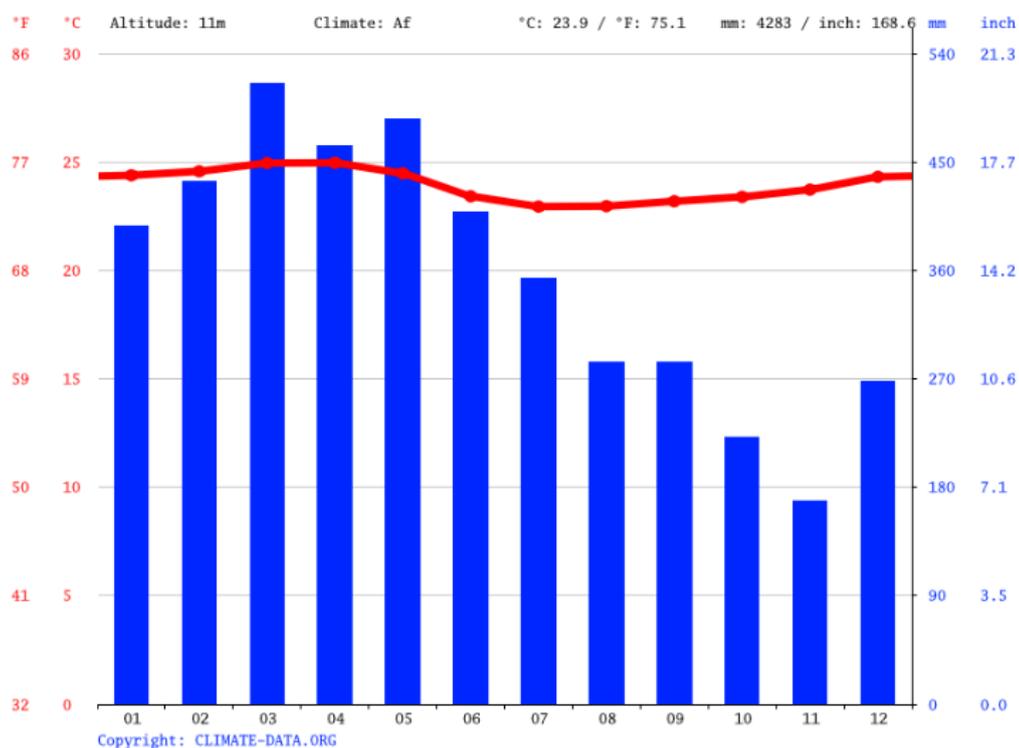


Figura 15: Climograma del cantón Milagro.

Fuente: (Climate-Data.org, 2022)

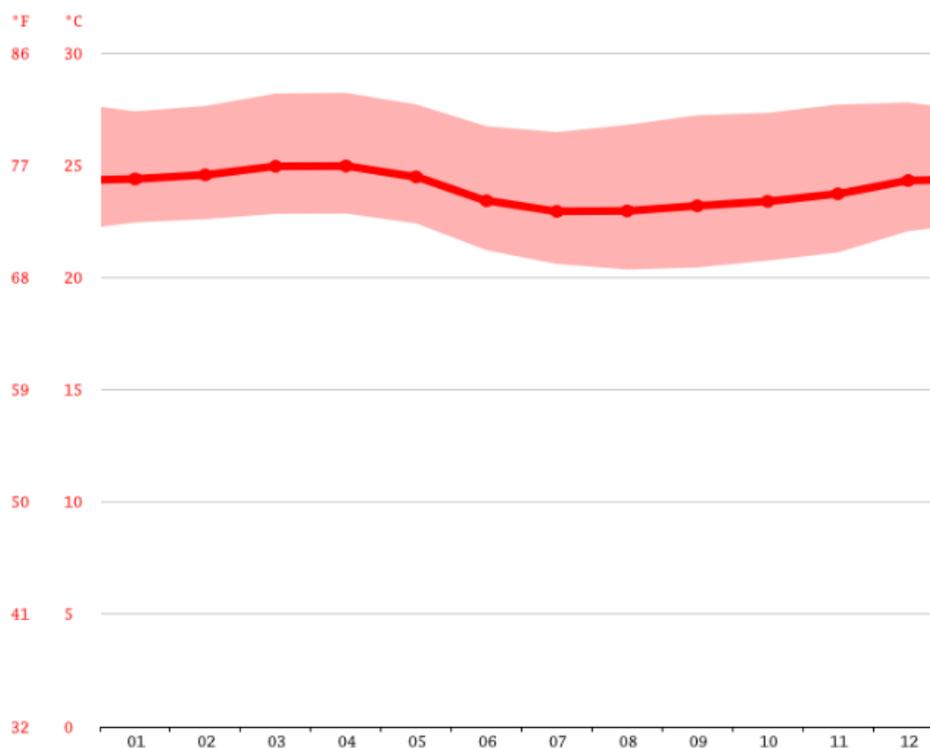


Figura 16: Diagrama de temperatura del cantón Milagro.

Fuente: (Climate-Data.org, 2022)

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.4	24.6	25	25	24.5	23.4	22.9	23	23.2	23.4	23.7	24.3
Temperatura mín. (°C)	22.4	22.6	22.8	22.8	22.4	21.2	20.6	20.4	20.4	20.8	21.1	22.1
Temperatura máx. (°C)	27.4	27.6	28.2	28.2	27.7	26.7	26.5	26.8	27.2	27.3	27.7	27.8
Precipitación (mm)	397	434	515	463	486	408	354	284	284	221	169	268
Humedad(%)	86%	87%	86%	86%	87%	86%	86%	84%	83%	82%	80%	82%
Días lluviosos (días)	20	19	20	19	20	20	20	20	20	21	19	20
Horas de sol (horas)	6.6	7.2	7.6	7.5	6.6	5.5	4.9	4.6	4.6	3.5	3.6	5.4

Figura 17: Tabla climática datos históricos del tiempo del cantón Milagro.

Fuente: (Climate-Data.org, 2022)

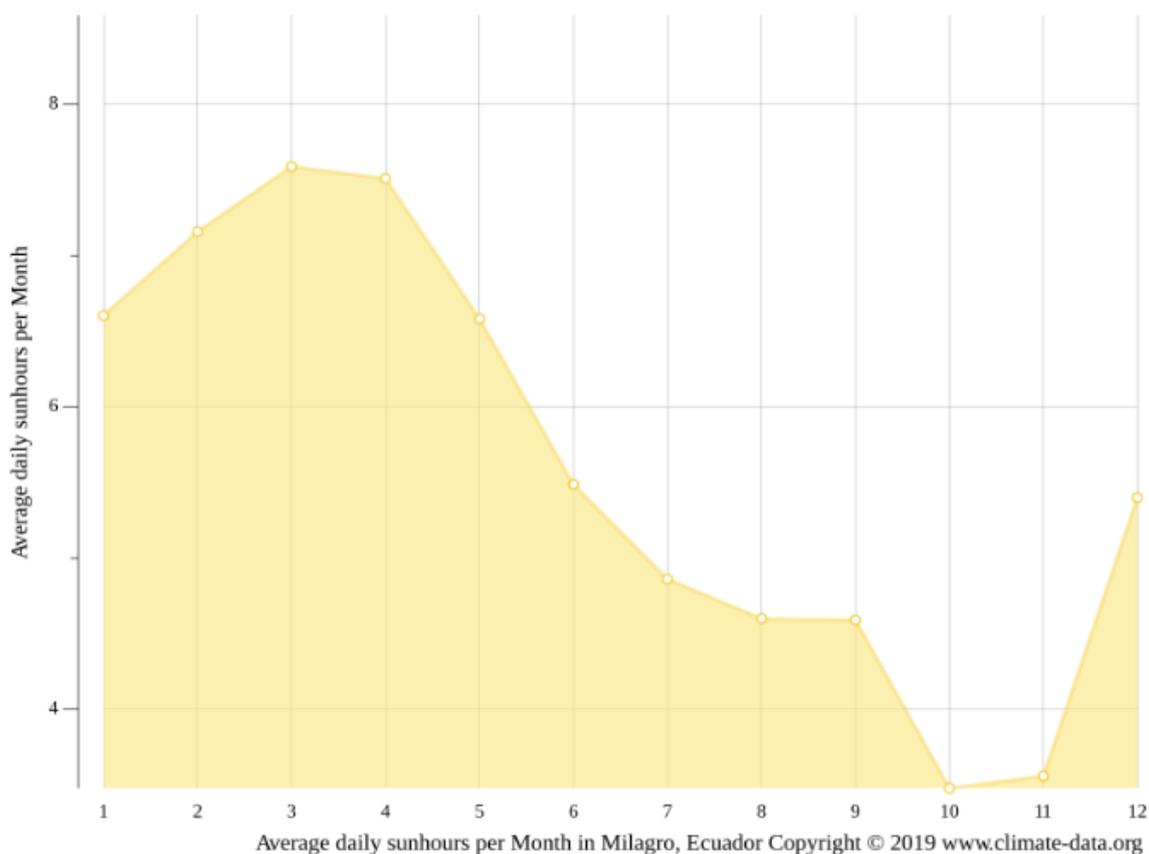


Figura 18: Promedio de horas de sol del cantón Milagro.

Fuente: (Climate-Data.org, 2022)

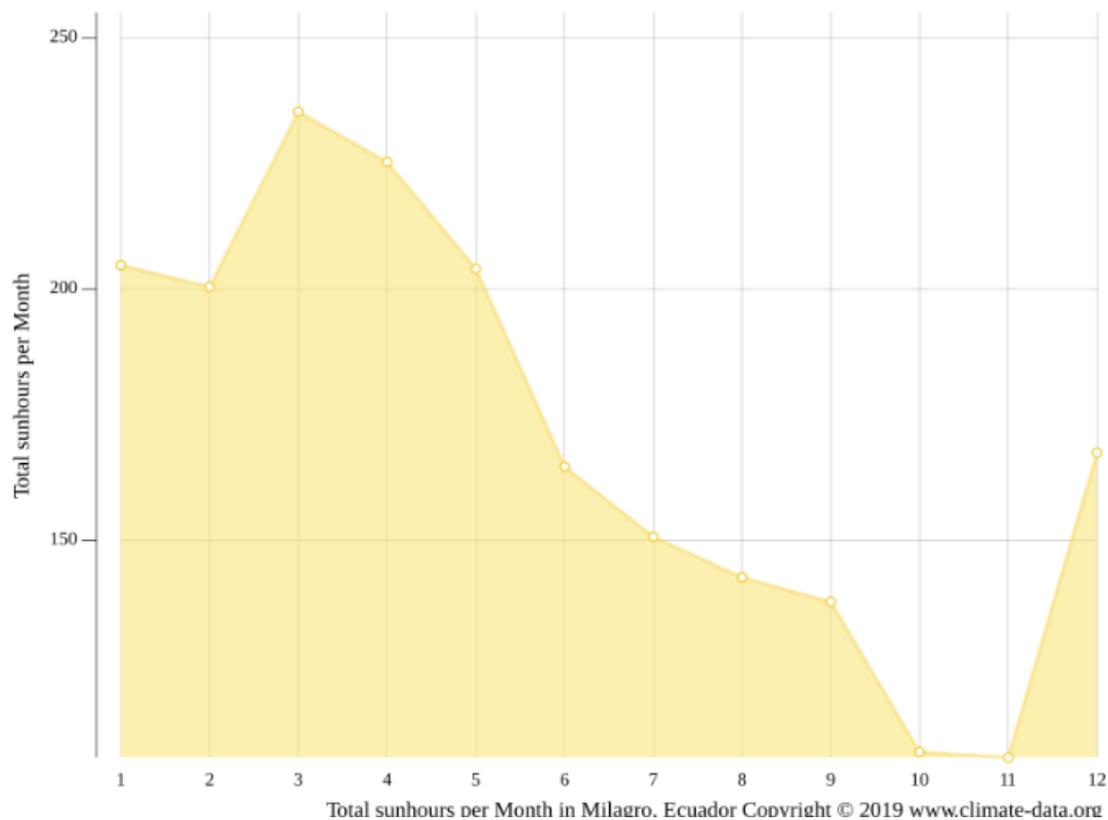


Figura 19: Horas totales de sol del cantón Milagro.

Fuente: (Climate-Data.org, 2022)

3.3.Situación real del sistema eléctrico del Edificio Administrativo de CNEL EP UN Milagro

El edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro se encuentra ubicado en el centro de la ciudad entre las calles Avenida 17 de Septiembre y Ambato, cerca de equipamientos urbanos como el Club de Leones de Milagro y el Terminal Terrestre.

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”



Figura 20: Ubicación CNEL EP UN Milagro dentro del cantón Milagro.

Fuente: Fotografía de Google Earth

La infraestructura del edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro y las instalaciones eléctricas en su interior, datan el año 1943 (Página 8, “ANÁLISIS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TALENTO HUMANO EN EL DEPARTAMENTO DE RELACIONES INDUSTRIALES DE LA CNEL MILAGRO”), en ese entonces creado como Empresa Eléctrica Municipal de Milagro.

En el transcurso de los años hasta la actualidad, han existido varias modificaciones en obra civil como también en la parte eléctrica, de modo que a poco el edificio administrativo fue ampliándose en modo de bloques, organizándose en base al organigrama actual de la empresa. Esta infraestructura posee 6 bloques, los cuales se detallan a continuación: Administración-GIS-TICS-Pagos-Comercial, Administrativo-Control de Energía-Planificación, Calidad-Talento Humano-Salud

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Ocupacional, Seguridad Industrial-Auditorio, Distribución Técnica, Comercial – Servicio al Cliente. Como se ha mencionado, la infraestructura es antigua, y por ende es complejo reconocer los circuitos eléctricos como está dispuesto en los bloques administrativos.

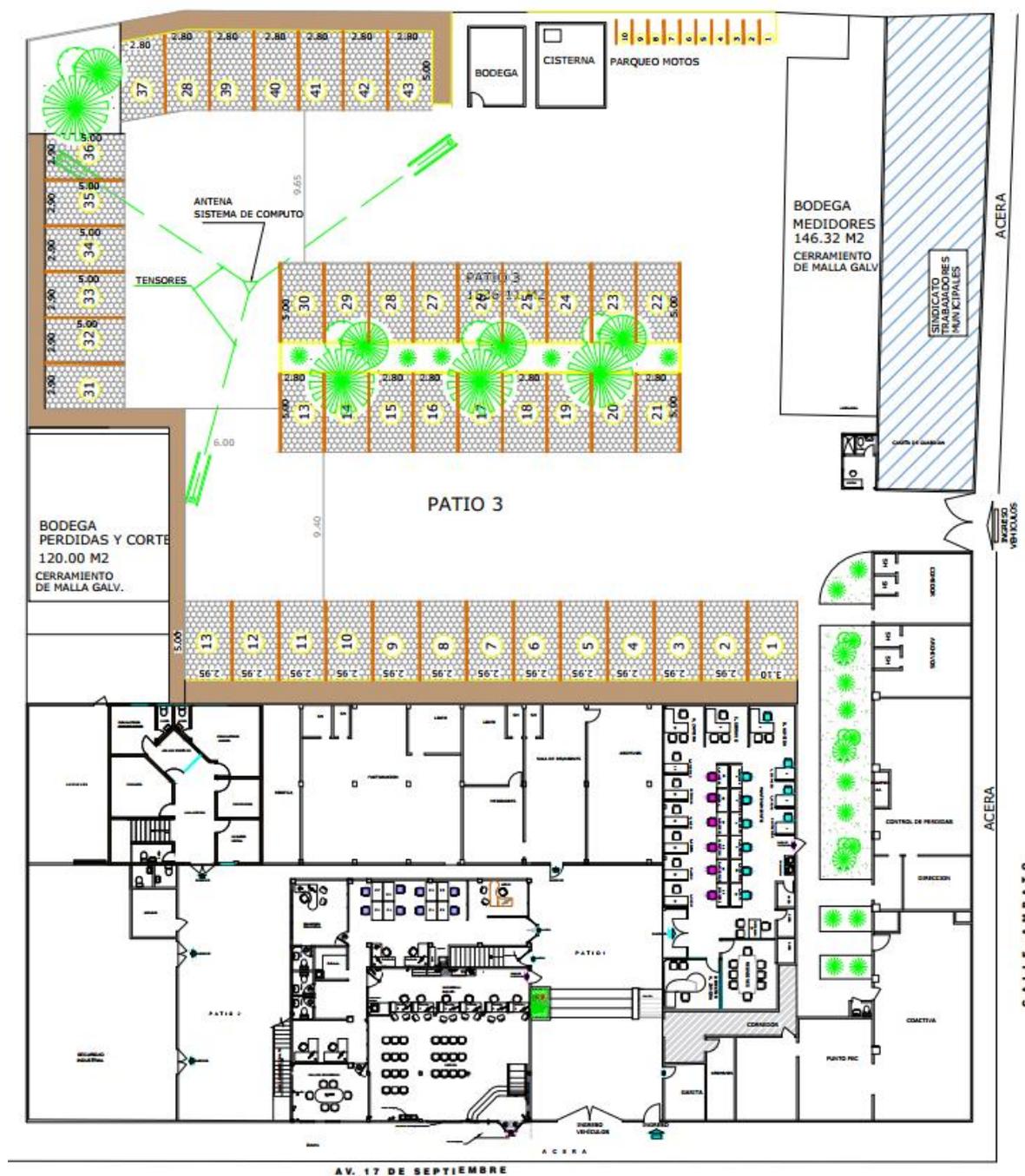


Figura 21: Implantación arquitectónica del Edificio Administrativo de CNEL EP UN MLG.

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Sistema eléctrico actual del Bloque TICS del Edificio Administrativo de CNEL EP UN MLG

Como base de estudio, se ha fijado la meta en dar respaldo al departamento del TIC’S (Tecnología de la información y la comunicación), esto se debe a que representa la carga crítica (enlace de datos a nivel nacional) para la unidad de Negocios Milagro, y el cual que siempre debe en vanguardia ante los posibles eventos de mantenimientos planificados o interrupción de energía eléctrica emergentes.

El área física del TIC’S vendría a representar la parte principal de la información y también de disponer del enlace de comunicación prioritario con los demás puertos de otras subestaciones y centros de control a nivel nacional. Lo mencionado es de resaltar puesto que todavía no cuentan en su totalidad con una integración total del SCADA en los sistemas eléctricos de distribución a 13.8 kV y 69 kV.

En el interior del Departamento del TIC’S cuenta con centros de cargas para: alumbrado, tomacorriente, UPS, switchs, concentrador de datos, y otros elementos principales para la comunicación. Por tal razón el objeto del estudio será brindar un diseño para suplir la alimentación en los circuitos de mayor importancia para la CNEL EP Unidad de Negocio Milagro por medio de la captación de energía solar a través de paneles solares, obteniendo como resultado no depender de la energía eléctrica convencional, minimizar el impacto por restauración de energía eléctrica instantánea, mejorar la imagen corporativa, reducir costes en el consumo de energía eléctrica convencional, y ser el ejemplo de instituciones estatales comprometidas con la reservación del medio ambiente.

3.3.2. Planificación para la implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa

Además de prever el espacio físico donde será instalado el sistema de paneles fotovoltaicos, también debemos considerar la capacidad de carga que abastecería los paneles solares a los circuitos que están instalados en el departamento del TIC'S.

De esta manera el TIC'S cuenta con varios centros de carga, en las cuales se encuentran el siguiente diagrama unifilar:

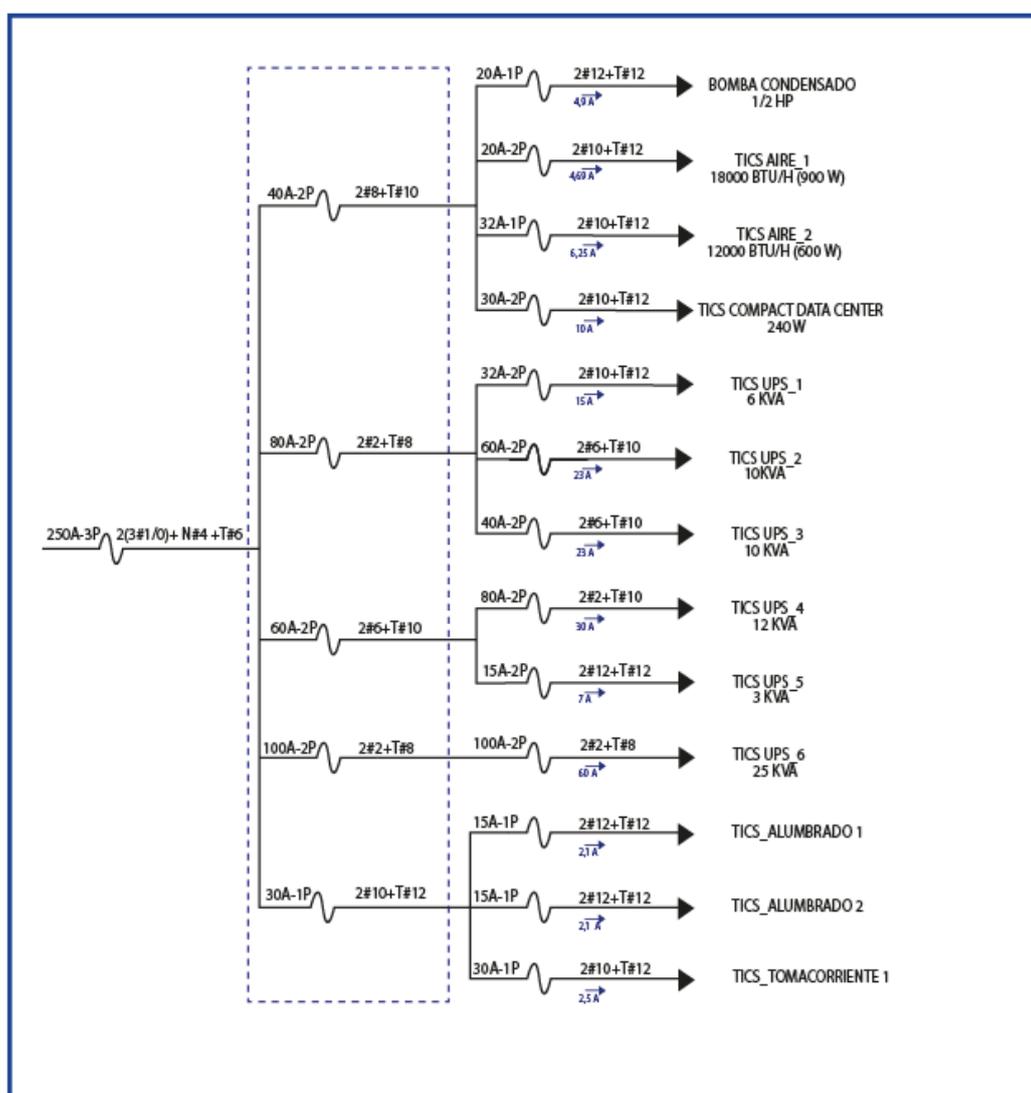


Figura 22: Diagrama unifilar del Departamento del TIC'S de CNEL EP UN MLG.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

4. Diseño del sistema fotovoltaico

4.1. Parámetros de diseño

4.1.1. Cálculo de la demanda básica de energía eléctrica a cubrir

En este capítulo, en primera instancia debe considerarse la carga actual que posee el edificio administrativo, específicamente el bloque Administración-GIS-TICS-Pagos-Comercial, donde se ha comentado anteriormente se optará por suministrar de energía solar a las cargas críticas que posee dicho departamento.

PLANILLAJE DE CIRCUITOS DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICS)																	
# CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS NOMINALES					CANT	CARGA INSTALADA [W]	FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	FACTOR DEMANDA [%]	DEMANDA ESTIMADA		USO DIARIO h/día	ENERGIA DIARIA	
			POTENCIA			VOLTAJE							FASES	[W]			[VA]
			[HP]	[W]	[VA]	[V]											
1	TICS_BOMBA CONDENSADO	NIVEL 1	-	373,00	-	120	1	1	373	0,95	0,25	30%	28,0	29,4	12	335,70	
2	TICS_AIRE 1	NIVEL 1	-	900,0	-	240	2	1	900	0,95	0,35	60%	189,0	198,9	24	4536,00	
3	TICS_AIRE 2	NIVEL 1	-	600,0	-	120	1	1	600	0,95	0,35	30%	63,0	66,3	8	504,00	
4	TICS_COMPACT DATA CENTER	NIVEL 1	-	240,0	-	240	2	1	240	0,95	0,65	60%	93,6	98,5	24	2246,40	
5	TICS_UPS 1	NIVEL 1	-	4000,0	-	240	2	1	4000	0,80	0,5	60%	1200,0	1500,0	8	9600,00	
6	TICS_UPS 2	NIVEL 1	-	7500,0	-	240	2	1	7500	0,80	0,5	50%	1875,0	2343,8	24	45000,00	
7	TICS_UPS 3	NIVEL 1	-	7500,0	-	240	2	1	7500	0,80	0,5	50%	1875,0	2343,8	24	45000,00	
8	TICS_UPS 4	NIVEL 1	-	10000,0	-	240	2	1	10000	0,80	0,5	60%	3000,0	3750,0	24	72000,00	
9	TICS_UPS 5 (INTERNO)	NIVEL 1	-	2381,0	-	240	2	1	2381	0,80	0,5	60%	714,3	892,9	8	5714,40	
10	TICS_UPS 6	NIVEL 1	-	4762,0	-	240	2	1	4762	0,80	0,5	60%	1428,6	1785,8	24	34286,40	
11	TICS_ALUMBRADO 1	NIVEL 1	-	60,0	-	120	1	5	300	0,95	0,35	30%	31,5	33,2	8	252,00	
12	TICS_ALUMBRADO 2	NIVEL 1	-	60,0	-	120	1	5	300	0,95	0,35	30%	31,5	33,2	8	252,00	
13	TICS_TOMACORRIENTE 1	NIVEL 1	-	300,0	-	120	1	3	900	0,95	0,4	35%	126,0	132,6	8	1008,00	
CARGA INSTALADA								39.756,00					10655,5	13208,3			
														ENERGIA DIARIA TOTAL Wh/día		220734,9	
														ENERGIA MENSUAL kWh/mes		6622,047	

Tabla 7: Planillaje actual de los circuitos eléctricos del Departamento del TIC`S de CNEL EP UN MLG.

Fuente: Elaboración propia

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

PLANILLAJE DE CIRCUITOS CON ALIMENTACION DE ENERGIA SOLAR DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN (TICS)																
# CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS NOMINALES					CANT	CARGA INSTALADA [W]	FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	FACTOR DEMANDA [%]	DEMANDA ESTIMADA		USO DIARIO h/día	ENERGIA DIARIA
			POTENCIA			VOLTAJE [V]	FASES						[W]	[VA]		
			[HP]	[W]	[VA]											
2	TICS_AIRE 1	NIVEL 1	-	900,0	-	240	2	1	900	0,95	0,45	60%	243,0	255,8	24	5832,00
4	TICS_COMPACT DATA CENTER	NIVEL 1	-	240,0	-	240	2	1	240	0,95	0,65	60%	93,6	98,5	24	2246,40
6	TICS_UPS 2	NIVEL 1	-	2500,0	-	240	2	1	2500	0,80	0,5	50%	625,0	781,3	24	15000,00
10	TICS_UPS 6	NIVEL 1	-	4762,0	-	240	2	1	4762	0,80	0,5	60%	1428,6	1785,8	24	34286,40
13	TICS_TOMACORRIENTE 1	NIVEL 1	-	300,0	-	120	1	5	1500	0,95	0,4	35%	210,0	221,1	8	1680,00
CARGA INSTALADA									9.902,00			2600,2	3142,4			
														ENERGIA DIARIA TOTAL Wh/día		59044,8
														ENERGIA MENSUAL kWh/mes		1771,344

Tabla 8: Planillaje de los circuitos eléctricos del Departamento del TIC`S de CNEL EP UN MLG a ser considerados con abastecimiento de energía solar.

Fuente: Elaboración propia

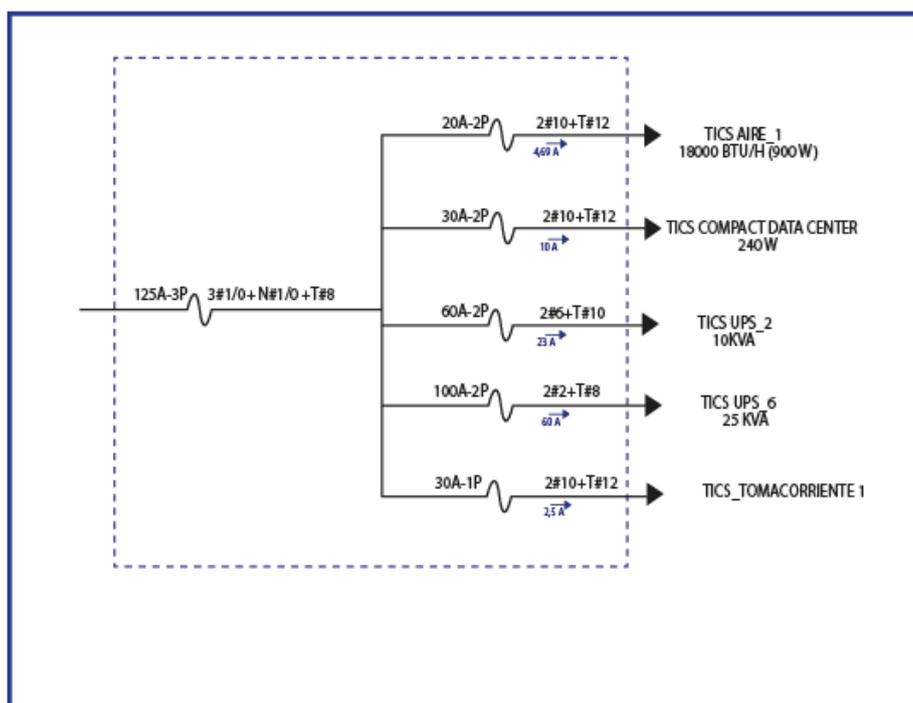


Figura 23: Diagrama unifilar de las cargas críticas a ser consideradas con abastecimiento de energía solar, perteneciente al Departamento del TIC`S de CNEL EP UN MLG.

Fuente: Elaboración propia

Con la selección de las cargas críticas, se procedió a realizar una estimación de la energía el de Energía diaria total con un valor de 59044,8 [Wh/día] y la energía

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

mensual que resulta 2671,44 [kWh/mes]. Entonces consideraremos, como parámetro inicial, los vatios hora por día.

$$E_{TOTAL} = 59044,80 [W \text{ hora/día}]$$

En el mercado eléctrico actual, existe un sinnúmero de paneles solares a disposición, de esta forma por el área limitada que se dispone es menester considerar un panel que disponga la mayor potencia pico. Así, la mejor opción a considerar es el modelo de panel solar AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS, el cual presenta una potencia máxima nominal de 700W. A continuación, se muestra en la Tabla 3.

Electrical specifications (STC*): AE680TME-132BDS AE685TME-132BDS AE690TME-132BDS AE695TME-132BDS AE700TME-132BDS						
Nominal Max. Power	P_{max} (Wp)	680	685	690	695	700
Maximum operating voltage	V_{MPP} (V)	41.49	41.65	41.80	41.95	42.10
Maximum operating current	I_{MPP} (A)	16.39	16.45	16.51	16.57	16.63
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	49.50	49.66	49.82	49.98	50.13
Short-circuit current	I_{sc} (A)	17.19	17.25	17.31	17.37	17.43
Module efficiency	η (%)	21.92	22.08	22.24	22.40	22.56
Power tolerance	(W)			0~+5		
Maximum system Voltage	(V)			1500		
Maximum series fuse rating	(A)			30		

*STC: Standard test conditions (Irradiance 1000 W/m², Cell temperature 25°C and air mass of AM1.5)

Tabla 9: Panel solar Monocristalino AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS

Fuente: Ilustración tomada de AE SOLAR Alternative Energy



Figura 24: Imagen del panel solar AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS.

Fuente: Ilustración tomada de AE SOLAR Alternative Energy

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

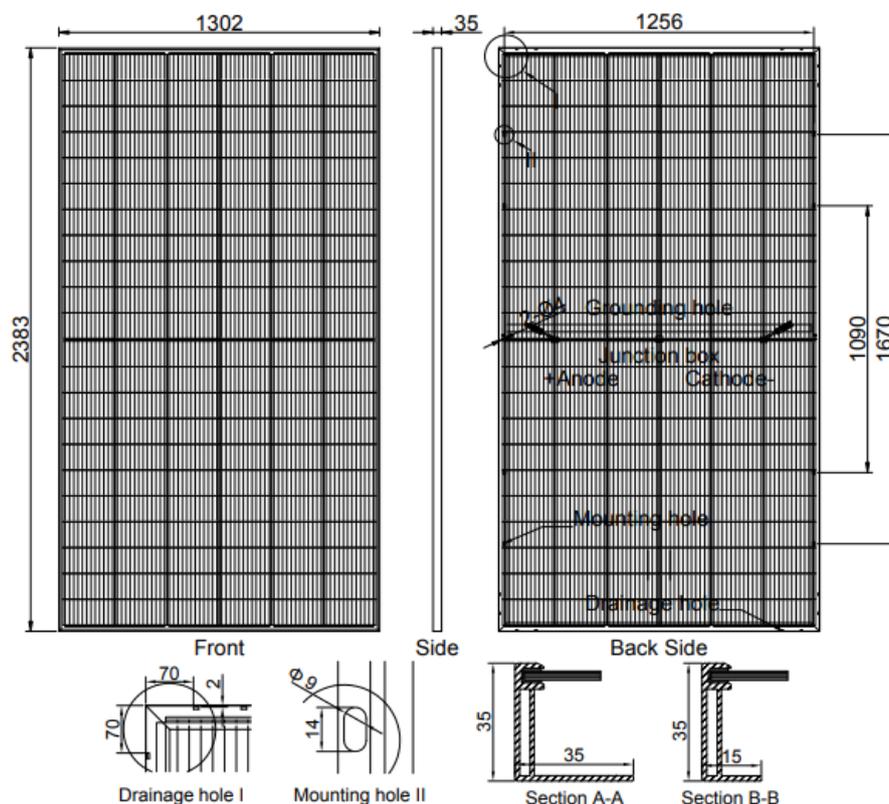


Figura 25: Dimensiones del panel solar AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS.

Fuente: Ilustración tomada de AE SOLAR Alternative Energy

PANEL SOLAR	
Equipo	Descripción
Modelo	AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS
Marca	AE SOLAR
Peso Unitario	38,7 kg
Dimensiones	2383 mm x 1302 mm x 35 mm
Máxima Potencia	700 W
Voltaje Panel Solar	42,10 V
Voltaje circuito abierto Voc	50,13 V
Corriente corto circuito Isc	17,43 A

Tabla 10: Descripción técnica de panel solar

Fuente: Elaboración propia

En tanto que, para calcular el consumo medio diario se procede a utilizar la siguiente formula.

Ecuación 1: Consumo medio diario

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

$$L_{md} = \frac{L_{md\ AC}}{n_{inv} * n_{bat} * n_{con}} [Wh]$$

$L_{md\ AC}$ = Energía total diaria = 59044,8 [Wh/día]

n_{inv} = Eficiencia del inversor = 0,95

n_{bat} = eficiencia de la batería = 0,92

n_{con} = eficiencia del conductor = 1

$$L_{md} = \frac{59044,80}{0,95 * 0,92 * 1} [Wh]$$

$$L_{md} = \frac{89044,8}{0,95 * 0,92 * 1} [Wh]$$

$$L_{md} = 67556,98 [Wh]$$

4.1.2. Simulación para determinar la mínima radiación solar anual

Ahora, mediante el apoyo de PVWatts, software libre que permite encontrar la radiación solar promedio anual y radiación solar mínima en el año, procedemos a reasignar la ubicación asignando un área en el interior de las oficinas administrativas de CNEL EP UN MLG.

En PVWATTS:

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Calculate System Losses Breakdown ✕

Modify the parameters below to change the overall System Losses percentage for your system.

Soiling (%):	<input type="text" value="2"/>	i
Shading (%):	<input type="text" value="3"/>	i
Snow (%):	<input type="text" value="0"/>	i
Mismatch (%):	<input type="text" value="2"/>	i
Wiring (%):	<input type="text" value="2"/>	i
Connections (%):	<input type="text" value="0.5"/>	i
Light-Induced Degradation (%):	<input type="text" value="1.5"/>	i
Nameplate Rating (%):	<input type="text" value="1"/>	i
Age (%):	<input type="text" value="0"/>	i
Availability (%):	<input type="text" value="3"/>	i

Estimated System Losses:

14.08%

HELP RESET CANCEL SAVE

Tabla 11: Ajuste de factores para el cálculo de pérdidas por radiación solar

Fuente: <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

Es importante considerar los factores tales como suciedad, sombra entre paneles o edificaciones, nieve, pérdidas en las filas de los paneles, pérdidas en el cableado, pérdidas en la conexión, degradación de la luz, valor nominal, años, y disponibilidad de la radiación solar.

SYSTEM INFO

Modify the inputs below to run the simulation.

DC System Size (kW):	<input type="text" value="24.0"/>	
Module Type:	<input type="text" value="Standard"/>	
Array Type:	<input type="text" value="Fixed (open rack)"/>	
System Losses (%):	<input type="text" value="14.08"/>	
Tilt (deg):	<input type="text" value="10"/>	
Azimuth (deg):	<input type="text" value="0"/>	

Tabla 12: Parámetros del sistema de paneles fotovoltaicos.

Fuente: <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

Advanced Parameters

DC to AC Size Ratio:	<input type="text" value="1.2"/>	
Inverter Efficiency (%):	<input type="text" value="96"/>	
Ground Coverage Ratio:	<input type="text" value="0.99"/>	
Albedo:	<input type="text" value="From weather file"/>	
Bifacial:	<input type="text" value="No"/>	

Tabla 13: Parámetros adicionales del sistema de paneles fotovoltaicos.

Fuente: <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

Posterior, se requiere georreferenciar para obtener el valor de la mínima radiación solar en el año.

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”



Figura 26: Georreferencia de la ubicación de los paneles fotovoltaicos en PVWATTS.

Fuente: <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

Esta herramienta es de vital importancia, para conocer que en dicha zona corresponde una radiación solar mínima de 4.74 kWm/m² /día. Este resultado es necesario para determinar el diseño del sistema fotovoltaico, tal como se muestra en la Tabla 8.

RESULTS 32,183 kWh/Year*

Print Results

Month	Solar Radiation (kWh / m ² / day)	AC Energy (kWh)
January	4.37	2,517
February	4.28	2,245
March	4.14	2,392
April	4.62	2,575
May	4.65	2,685
June	4.91	2,732
July	5.51	3,172
August	5.62	3,217
September	5.49	3,046
October	4.66	2,675
November	4.37	2,447
December	4.30	2,478
Annual	4.74	32,181

Tabla 14: Radiación solar recibida por mes y por año.

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Fuente: <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

Location and Station Identification												
Requested Location	ECUADOR											
Weather Data Source	Lat, Lng: -0.19, -78.5 1.2 mi											
Latitude	0.19° S											
Longitude	78.50° W											
PV System Specifications												
DC System Size	24.0 kW											
Module Type	Standard											
Array Type	Fixed (open rack)											
System Losses	14.08%											
Array Tilt	10°											
Array Azimuth	0°											
DC to AC Size Ratio	1.2											
Inverter Efficiency	96%											
Ground Coverage Ratio	0.99%											
Albedo	From weather file											
Bifacial	No (0)											
Monthly Irradiance Loss	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
	5%	5%	5%	2%	5%	5%	5%	5%	1%	5%	5%	5%
Performance Metrics												
DC Capacity Factor	15.3%											

Tabla 15: Energía solar recibida por mes.

Fuente: <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

Una vez conocido el mes con menor radiación solar, se procede a utilizar la siguiente fórmula que nos determinará la cantidad de paneles solares.

Ecuación 2: Cantidad de paneles necesarios

$$N_T = \frac{L_{md}}{P_{PS} * HPS * PR} \text{ [paneles]}$$

N_T = número de paneles

P_{PS} = potencia del panel solar = 700

HPS = radiación solar = 4.14

PR = factor global de funcionamiento = 0,9

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

$$N_T = \frac{67556,98}{700 * 4,14 * 0,9} \text{ [paneles]}$$

$$N_T = 25,90 \text{ [paneles]}$$

$$N_T \cong 26 \text{ [paneles]}$$

El resultado obtenido se redondea a un número entero es de 26 paneles solares.

4.1.3. Área disponible para instalación paneles solares

En la sección anterior, brevemente fue georeferenciado con el software PVWATTS, siendo parte de una loza del edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro el lugar idóneo para la colocación de los paneles solares, para aquello la coordenada utm es la siguiente (656467,9764421).

Previo a los cálculos fue previsto conocer en que ubicación estaría dispuesto a utilizar como espacio físico para la colocación de los paneles fotovoltaicos, para aquello se selección la loza de uno de los edificios administrativos de CNEL EP UN Milagro, contando con las siguientes medidas 10.58 metros en uno de sus lados y 15.11 en el otro lado, resultando con un área de 160 metros cuadrados disponible.

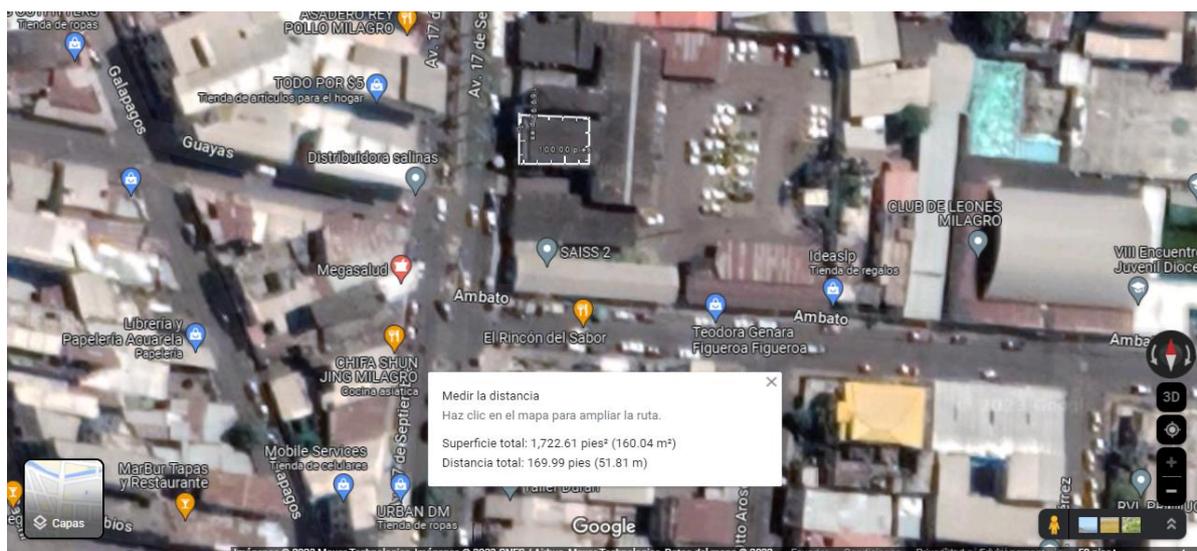


Figura 27: Medición del espacio físico para la instalación de paneles fotovoltaicos.

Fuente: <https://www.google.com/maps/@-2.1308525,-79.5930202,135m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

Las medidas de un panel solar modelo AE TME-132BDS SERIE AE700TME-132BDS, anteriormente seleccionado en la sección 4.1.2, son 2383 mm x 1302 mm x 35 mm, lo que implica que el área mínima a ocupar sería 80,669 metros cuadrados. Esto significa que, se encuentra dentro de lo previsto a situarse contando actualmente que se dispone con una loza de hormigón de 160 metros cuadrados.



Figura 28: Imagen general de las instalaciones administrativas de CNEL EP UN Milagro.

Fuente: <https://www.google.com/maps/@-2.1308525,-79.5930202,135m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

4.1.4. Cálculo del regulador de carga para el sistema fotovoltaico

Al momento de calcular el regulador de carga para los paneles solares, se debe conocer la corriente de corto circuito I_{sc} de los paneles a ser implementados, donde se debe incluir un 25% de su intensidad para garantizar la correcta vida útil. Se procede a determinar el número de paneles en serie con respecto al voltaje nominal a trabajar que será de 48 V.

Ecuación 3: Número de paneles necesarios respecto al voltaje nominal

$$N_{PS} = \frac{V_{nom}}{V_{np}} [\text{paneles}]$$

N_{PS} = Número de paneles solares en serie con respecto al voltaje nominal

V_{nom} = Voltaje nominal = 48 [V].

V_{np} = Voltaje nominal de paneles solares = 24 [V].

$$N_{PS} = \frac{48}{24} [\text{paneles}]$$

$$N_{PS} = 2 [\text{paneles}]$$

Se realiza dos configuraciones óptimas de conexiones de paralelo de los paneles solares las cuales son de 13 y 13.

4.1.5. Configuración conexión de paneles solares

Para la presente, se procederá a diseñar con dos ramales principales, la primera derivación contará 6 subdivisiones, y el otro ramal dispondrá de 7 subdivisiones. Cada una de estas subdivisiones estarán conectadas en serie entre 2 paneles fotovoltaicos, sumando un total de 26 paneles solares.

A continuación, determinaremos la corriente de carga, con la siguiente formula:

Ecuación 4: Corriente de entrada para cada regulador para configuración

$$I_{ENTRADA} = 1.25 * I_{SC \text{ PANELES SOLARES}} * N_{\text{PANELES SOLARES EN PARALELO}} \quad [5]$$

$$I_{ENTRADA} = 1.25 * 17,43 * 6 [A]$$

$$I_{ENTRADA} = 130.72 [A]$$

$$I_{ENTRADA} = 1.25 * I_{SC \text{ PANELES SOLARES}} * N_{\text{PANELES SOLARES EN PARALELO}}$$

$$I_{ENTRADA} = 1.25 * 17,43 * 7 [A]$$

$$I_{ENTRADA} = 152.51 [A]$$

En el mercado fue previsto optar por el siguiente regulador carga, donde se detallan las basicas especificaciones técnicas:

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Overview

Essential details

Place of Origin:	Shandong, China	Brand Name:	Deming
Model Number:	48V160A	Type:	PWM
Application:	Solar System Controller	Work Time (h):	24
Max PV Power:	5KW	Max PV Voltage:	480V
Certificate:	CE	Warranty:	2 YEARS
Rated Voltage:	48v	solar controller:	MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Po...
PV Rated Current:	160A	Battery group rated voltage:	48V
PV open circuit voltage:	100v/150v	PV Max.power:	7.68KWP
Stopping charging voltage:	>58V±1	Number of solar energy panel array:	2circuits/3 circuits
		Product size:	585*585*980mm
		Weight:	65KGS

Supply Ability

Supply Ability 1000 Piece/Pieces per Day MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Power Sys

Tabla 16: Especificaciones técnicas del regulador de carga

Fuente: [Mppt Solar Charge Controller 48v 160a For Solar Power System - Buy Solar Charge Controller,Mppt Solar Charge Controller,Mppt Solar Charge Controller 48v 160a For 7.68kw Solar Power System Product on Alibaba.com](#)



Figura 29: Imagen del Regulador de Carga MPPT 48V 160A.

Fuente: [Mppt Solar Charge Controller 48v 160a For Solar Power System - Buy Solar Charge Controller,Mppt Solar Charge Controller,Mppt Solar Charge Controller 48v 160a For 7.68kw Solar Power System Product on Alibaba.com](#)

4.1.6. Cálculo de la cantidad de baterías para el sistema fotovoltaico

Para determinar la cantidad de baterías para satisfacer el consumo de energía que necesita los servicios auxiliares de la subestación eléctrica se debe utilizar la siguiente fórmula:

Ecuación 5: Capacidad de las baterías para satisfacer el consumo

$$C_{nb} = \frac{L_{md} * d_{aut}}{P_{dmax} * V_{bat}} [Ah] \quad [7]$$

C_{nb} = Capacidad de las baterías para satisfacer el consumo

L_{md} = Consumo media diario = 67556,98 [Wh/día]

d_{aut} = Días de austeridad = 3 [días]

V_{bat} = Volatje nominal del banco de baterías = 48 [V]

P_{dmax} = Profundidad de descarga de la batería = 80%

$$C_{nb} = \frac{67556,98 * 3}{0,8 * 48} [Ah]$$

$$C_{nb} = 5277,89 [Ah]$$



Figura 30: Batería de fosfato de hierro y litio 24 Vdc 300Ah.

Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/1005005174306128.html>

ESPECIFICACIONES TECNICAS BATERIA	
	Descripción
Tipo	LIFEPO4
Clase	24V 300AH
Voltaje nominal	25,6 V
Marca	LOTL
Capacidad	300 Ah
Energía	5120Wh
Peso	45 k
Dimensiones	535*215*207mm

Tabla 17: Descripción técnica batería

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 6: Cálculo número de baterías necesarias

$$N_{BT} = \frac{V_{nom\ bb} * C_{nb}}{V_{nom\ bat} * C_b} [U] \quad [8]$$

$V_{nom\ bb} =$ Voltaje nominal del banco de baterías = 48 [V].

$V_{nom\ bat} =$ Voltaje nominal de la batería = 24 [V].

$C_{nb} =$ Capacidad de las baterías para satisfacer el consumo = 5277,89 [Ah].

$C_b =$ Capacidad de la batería = 300 [Ah].

$$N_{BT} = \frac{48 * 5277,89}{24 * 300} [baterias]$$

$$N_{BT} = \frac{48 * 5277,89}{24 * 300} [baterias]$$

$$N_{BT} = 35,18 [baterias]$$

$$N_{BT} \cong 35 [baterias]$$

4.1.7. Cálculo del inversor para el sistema fotovoltaico

Al momento de calcular el inversor paneles solares, se debe conocer la potencia estimada de las cargas eléctricas de los servicios auxiliares, donde se debe incluir un 25% de su intensidad para garantizar la correcta vida útil, adicionalmente se

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

multiplicará por 2 debido a que presenta cargas como motores, ejemplo: acondicionador de aires.

Ecuación 7: Cálculo de potencia del inversor

$$Potencia_{inversor} = 1,25 * Potencia_{cargas\ eléctricas} * 2$$

$$Potencia_{cargas\ eléctricas} = 2600,2 [W]$$

$$Potencia_{inversor} = 1,25 * 2600,2 * 2 [W]$$

$$Potencia_{inversor} = 1,25 * 2600,2 * 2 [W]$$

$$Potencia_{inversor} = 6500,5 [W]$$



Figura 31: Inversor Solar Híbrido.

Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/1005005174306128.html>

ESPECIFICACIONES TECNICAS INVERSOR	
	Descripción
Marca	GAE One inverter
Modelo	HSI 702
Potencia	7000 w
Voltaje	24 VDC / 48 VDC
Peso	39 kg

Tabla 18: Descripción técnica inversor

Fuente: Elaboración propia

4.2. Esquema de funcionamiento del sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional

El sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro tendrá el siguiente esquema de funcionamiento:

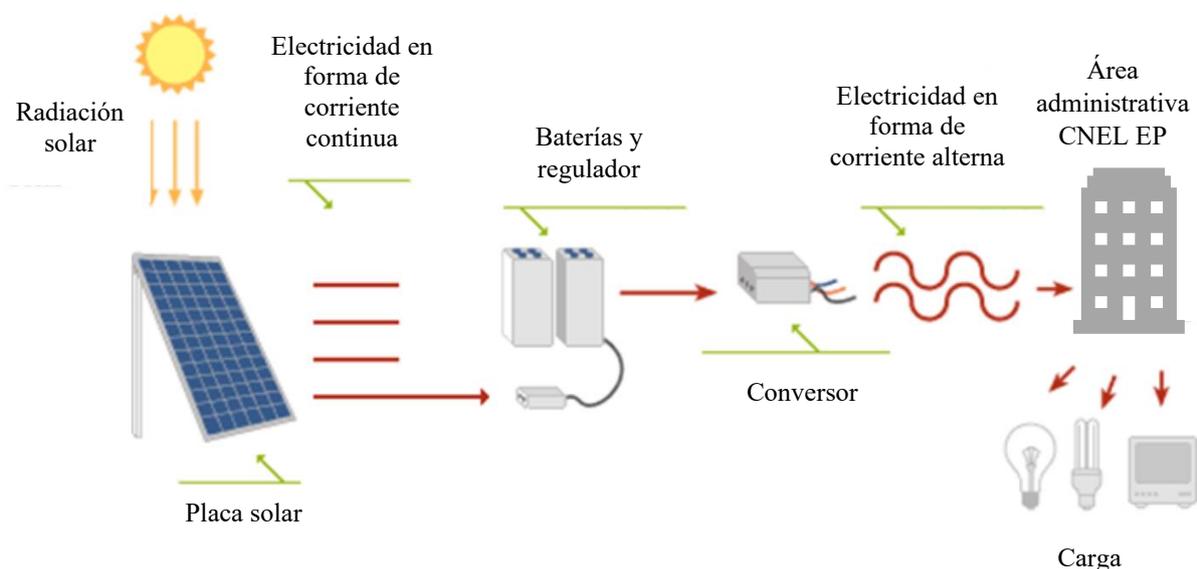


Figura 32: Esquema de funcionamiento propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura anterior, los módulos o paneles fotovoltaicos consisten en celdas fotovoltaicas que es un dispositivo que convierte directamente la radiación solar en corriente continua, esta se acumula en la batería / regulador que es el elemento que almacena la electricidad generada por el módulo fotoeléctrico. El regulador es el controlador del proceso de carga de la batería. Y finalmente, es el inversor el que convierte la corriente continua en corriente alterna cuando para distribuirla a través de una red de cables hasta el área administrativa de la

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro y de esta manera abastecer todos los consumidores conectados: equipo de oficina, lámparas entre otros.

CAPITULO V

5. Análisis de factibilidad

5.1.Factibilidad técnica

Lo propuesto sobre la implementación de un sistema fotovoltaico monofásico como energía alternativa es técnicamente factible esto debido a que los equipos y recursos tecnológicos necesarios para la construcción de este sistema se encuentran con facilidad en el mercado local resultando disponible para cualquier empresa o persona, también cabe señalar que hay varias alternativas que se pueden utilizar para facilitar la implementación del sistema.

5.2.Factibilidad operativa

Desde el punto de vista operativo, esta propuesta es factible porque al ser una edificación de distribución y comercialización de energía eléctrica cuenta con la infraestructura física y tecnológica necesaria para instalar un sistema fotovoltaico monofásico, además de contar con personal técnico capacitado para la operación y mantenimiento de las instalaciones garantizando un funcionamiento adecuado del sistema.

5.3.Análisis económico

5.3.1. Consumo energía actual el edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro

Como se ha mencionado previamente, el edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro cuenta con varias secciones, dentro de las cuales como tipo de estudio se consideró las cargas críticas, es decir las que son sustanciales donde debe existir continuidad de energía eléctrica. De esta manera en revisión física con las instalaciones se observó que existen 2 medidores que alimentan a los circuitos de nuestro interés, los cuales son los medidores: # 371930 y # 371963.

Así se procedió a consultar los valores Kilovatio-hora por mes durante un año móvil, para lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Mes	kWh / mes: medidor # 371930	kWh / mes: medidor # 371963
jun-22	7365	6691
jul-22	7180	4080
ago-22	7252	489
sep-22	7622	11097
oct-22	7339	5875
nov-22	7279	1958
dic-22	9967	11424
ene-23	10323	7507
feb-23	10169	7262
mar-23	12305	9465
abr-23	11249	8486
may-23	11781	9955

Tabla 19: Kilovatio hora/ mes de los medidores

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura apreciamos la tendencia de consumo de energía eléctrica de las cargas a ser consideradas por alimentación con energía solar, donde apunta que ligeramente tienden a una variación porcentual promedio del 5.02% en el medidor # 371930, mientras que el medidor # 371963 adopta un consumo irregular debido a que en ciertas épocas del año las cargas no necesitan de mucha climatización.

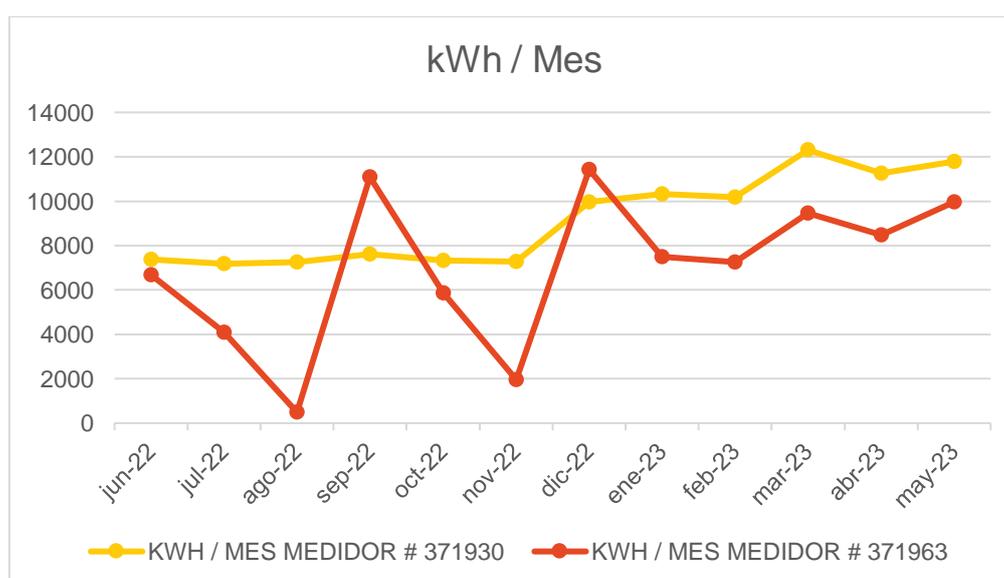


Figura 33: Comportamiento del consumo de energía de los medidores 371930 y 371963.

Fuente: Elaboración propia

5.4.Requerimiento de equipos

Los equipos requeridos para la implementación de un sistema fotovoltaico monofásico que alimente al área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro, se detallan en la Tabla 18.

EQUIPOS / MATERIALES			
Ítem	Descripción	Unidad	Cant
1	Panel solar	c/u	26
2	Baterías	c/u	12
3	Conductor 2/0 AWG CU	c/u	120
4	Conductor 3/0 AWG CU	c/u	60
5	Regulador carga	c/u	2
6	Inversor	c/u	1
7	Centro de carga	c/u	1
8	Breakers 140 A -2P	c/u	1
9	Breakers 160 A - 2P	c/u	1
10	Breakers 250 A - 2P	c/u	1
11	Perno maquina 1/2" x 2"	c/u	120
12	Pie amigos metálicos 2384 mm x 38 mm	c/u	104
13	Pie amigos metálicos 1305 mm x 38 mm	c/u	104
14	Pie amigos metálicos 1000 mm x 38 mm	c/u	52
15	Pie amigos metálicos 700 mm x 38 mm	c/u	52
16	Taco fisher #8	c/u	60
17	Tornillo tripa pato 1 1/4" x 1 "	c/u	60
18	Tubería plástica emt 3 mts	c/u	30
19	Codos plásticos	c/u	18

Tabla 20: Equipo mínimo requerido

Fuente: Elaboración propia

5.5.Costos de la implementación del sistema fotovoltaico monofásico

Para poder calcular los costos de implementación del sistema fotovoltaico monofásico en el edificio administrativo de CNEL EP UN Milagro va a depender de

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

varios factores: como el precio del mercado solar internacional, la disponibilidad local distribuidores e instaladores fotovoltaicos, ubicación y demanda, en la Tabla 19 se detalló los siguientes costos que serían necesarios, en los cuales alcanza un valor total de \$23.752,88 sin incluir I.V.A.

Los costos unitarios referenciales se obtuvieron de catálogos de proveedores nacionales.

GASTOS EQUIPOS / MATERIALES			
Descripción	Cant	Costo Unit.	Total
Panel solar	26	\$ 170,00	\$ 4.420,00
Baterías	12	\$ 638,00	\$ 7.656,00
Conductor 2/0 AWG CU	120	\$ 13,41	\$ 1.609,20
Conductor 3/0 AWG CU	60	\$ 14,15	\$ 849,00
Regulador carga	2	\$ 550,00	\$ 1.100,00
Inversor	1	\$ 465,00	\$ 465,00
Centro de carga	1	\$ 215,00	\$ 215,00
Breakers 140 A -2P	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Breakers 160 A - 2P	1	\$ 91,00	\$ 91,00
Breakers 250 A - 2P	1	\$ 135,00	\$ 135,00
Perno maquina 1/2" x 2"	120	\$ 1,26	\$ 151,20
Pie amigos metálicos 2384 mm x 38 mm	104	\$ 18,25	\$ 1.898,00
Pie amigos metálicos 1305 mm x 38 mm	104	\$ 12,10	\$ 1.258,40
Pie amigos metálicos 1000 mm x 38 mm	52	\$ 10,45	\$ 543,40
Pie amigos metálicos 700 mm x 38 mm	52	\$ 9,58	\$ 498,16
Taco fisher #8	60	\$ 0,30	\$ 18,00
Tornillo tripa pato 1 1/4" x 1 "	60	\$ 0,16	\$ 9,60
Tubería plástica emt 3 mts	30	\$ 3,72	\$ 111,60
Codos plásticos	18	\$ 0,24	\$ 4,32
TOTAL COSTOS EQUIPAMIENTO			\$21.112,88
COSTOS INSTALACION			
Instalación de paneles solares	1	\$ 1.960,00	\$1.960,00
Instalación de baterías	1	\$ 150,00	\$150,00
Programación de inversor	1	\$ 50,00	\$50,00
Programación de regulador carga	1	\$ 50,00	\$50,00
Servicio mensual de limpieza	12	\$ 30,00	\$360,00
Servicio de reajuste de elementos fotovoltaicos	2	\$ 35,00	\$70,00
TOTAL COSTOS INSTALACION			\$2.640,00
TOTAL COSTOS			\$ 23.752,88

Tabla 21: Costos implementación proyecto

Fuente: Elaboración propia

5.6. Análisis de costo económico de consumo de energía convencional

En la sección 4.1 se evidenció el consumo de energía eléctrica en kWh/mes, sin embargo, para el estudio económico requerimos los valores en dólares. Para lo cual, se detalla la siguiente tabla con referencia a valores monetarios.

Mes	\$/MES MEDIDOR # 371930	\$/MES MEDIDOR # 371963
jun-22	\$774,47	\$745,87
jul-22	\$754,96	\$428,06
ago-22	\$762,55	\$165,55
sep-22	\$802,10	\$1.168,11
oct-22	\$771,92	\$617,62
nov-22	\$765,40	\$260,30
dic-22	\$1.048,85	\$1.202,49
ene-23	\$1.090,92	\$794,63
feb-23	\$1.080,03	\$772,83
mar-23	\$1.295,39	\$995,92
abr-23	\$1.184,04	\$892,68
may-23	\$1.240,13	\$1.047,59

Tabla 22: \$/mes de los medidores 371930 y 371963

Fuente: Elaboración propia

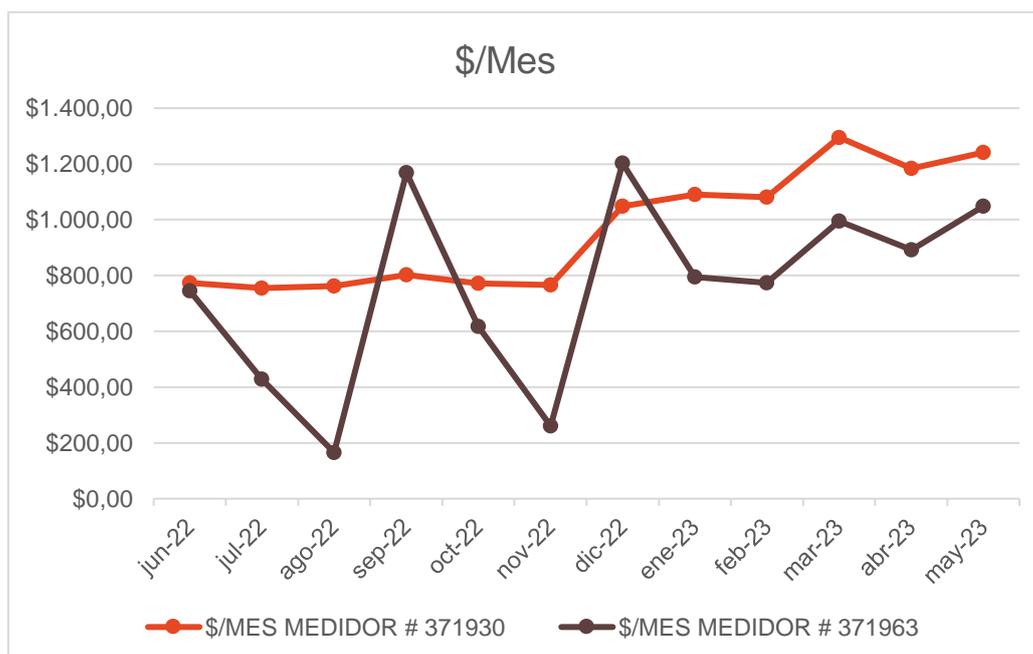


Figura 34:\$/mes de los medidores 371930 y 371963.

Fuente: Elaboración propia

5.7. Análisis de sensibilidad

Para una mejor ilustración se detalla los costos obtenidos, en el cual se aprecia que a partir del décimo tercer mes recuperaría los gastos de inversión inicial, es decir de esa fecha en adelante sería rentable la aplicación del sistema fotovoltaico para las cargas estimadas anteriormente.

Mes		\$/mes medidor # 371930	\$/mes medidor # 371963	TOTAL \$/mes
jun-22	1	\$774,47	\$745,87	\$1.520,34
jul-22	2	\$754,96	\$428,06	\$1.183,02
ago-22	3	\$762,55	\$165,55	\$928,10
sep-22	4	\$802,10	\$1.168,11	\$1.970,21
oct-22	5	\$771,92	\$617,62	\$1.389,54
nov-22	6	\$765,40	\$260,30	\$1.025,70
dic-22	7	\$1.048,85	\$1.202,49	\$2.251,34
ene-23	8	\$1.090,92	\$794,63	\$1.885,55
feb-23	9	\$1.080,03	\$772,83	\$1.852,86
mar-23	10	\$1.295,39	\$995,92	\$2.291,31
abr-23	11	\$1.184,04	\$892,68	\$2.076,72
may-23	12	\$1.240,13	\$1.047,59	\$2.287,72
jun-23	13	\$1.312,96	\$1.048,77	\$2.361,73
jul-23	14	\$1.388,95	\$1.143,32	\$2.532,27
TOTAL				\$25.556,41

Tabla 23: Análisis de sensibilidad

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones

De la investigación realizada se puede concluir que los sistemas fotovoltaicos implementados en edificios tienen la ventaja en que se construyen sobre la superficie ya edificada y no demanda una superficie adicional de terreno además de poseer un mantenimiento comparativamente bajo.

Este tipo de sistemas permiten obtener energía eléctrica que cubre las necesidades de instalación, razón por lo cual en el escenario de sensibilidad demuestra que a partir del décimo tercer mes es viable la recuperación de la inversión inicial.

Este proyecto cumple con las necesidades técnicas y económicas. En lo técnico existe la gran ventaja de omisión de impactos tales como: variaciones de voltaje, racionamientos (como los ocasionados desde el 27 de octubre del 2023), y suspensiones de energía eléctrica originadas por fallas o mantenimientos programados. Donde, su objetivo prioritario es el respaldo de modo que no exista impacto en el sistema eléctrico del departamento del TIC’s de CNEL EP UN MLG.

Desde una perspectiva económica, con una inversión mínima de \$23.752,88, se justifica el introducir nuevas alternativas de generación de energía a través de un sistema monofásico fotovoltaico conectado a la red convencional para abastecer el área administrativa de CNEL EP en la ciudad de Milagro ya que el consumo de energía puede reducirse utilizando los sistemas de conversión y distribución aprovechando las condiciones climáticas: radiación solar incidente de la ciudad donde se encuentra emplazada la edificación, brindando una nueva visión para el uso de fuentes de energía renovable como una alternativa viable para el desarrollo energético.

7. Recomendaciones

Para verificar el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico monofásico implementado se recomienda efectuar un monitoreo y volumen de logros en los siguientes casos: Tablero de monitoreo, regulador y batería, Servicio de mantenimiento, este seguimiento deberá ser continuo los primeros tres meses después de la implementación para verificar y probar su desempeño y funcionamiento.

Se recomienda mantener el monitoreo del sistema fotovoltaico monofásico implementado durante todo su funcionamiento con el fin de evitar inconvenientes y/o gastos innecesarios, pudiendo crearse un cronograma de mantenimiento basado en prevenir y predecir fallas en los equipos, ayudando a prolongar la vida útil de los equipos.



Quito, 20/09/2023

CERTIFICADO DE REGISTRO DE TÍTULO

La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, SENESCYT, certifica que **ALTAMIRANO GUERRERO GERARDO VINICIO**, con documento de identificación número 0923606875, registra en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador (SNIESE), la siguiente información:

Nombre: ALTAMIRANO GUERRERO GERARDO VINICIO
Número de documento de identificación: 0923606875
Nacionalidad: Ecuador
Género: MASCULINO

Título(s) de tercer nivel de grado

Número de registro	1021-11-1068374
Institución de origen	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Institución que reconoce	
Título	INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION POTENCIA
Tipo	Nacional
Fecha de registro	2011-07-11
Área o Campo de	INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION
Observaciones	

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

Punto de Atención al Usuario: Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, Quito
Edificio Matriz: Alpallana E7-183 entre Av. Diego de Almagro y Whymper.
Código Postal: 170518. Quito - Ecuador. Teléfono: 593-2 3934-300
www.educacionsuperior.gob.ec



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”



Título(s) de cuarto nivel o posgrado

Número de registro	1021-2016-1764827
Institución de origen	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Institución que reconoce	
Título	MAGISTER EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS
Tipo	Nacional
Fecha de registro	2016-11-22
Área o Campo de	ADMINISTRACION
Observaciones	

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

Punto de Atención al Usuario: Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, Quito

Edificio Matriz: Alpallana E7-183 entre Av. Diego de Almagro y Whymper.

Código Postal: 170518, Quito - Ecuador. Teléfono: 593-2 3934-300

www.educacionsuperiorgob.ec



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”



OBSERVACIÓN:

- Los títulos de tercer nivel de grado ecuatorianos están habilitados para el ingreso a un posgrado.
- Los títulos registrados tanto nacionales como extranjero han sido otorgados por instituciones de educación superior vigentes al momento de la emisión de la titulación.
- El cambio de nivel de formación de educación superior de los títulos técnicos y tecnológicos emitidos por instituciones de educación superior nacionales se ejecutó en cumplimiento a la Disposición Transitoria Octava de la Ley Orgánica Reformativa a la LOES, expedida el 2 de agosto de 2018.

IMPORTANTE: La información proporcionada en este documento es la que consta en el SNIESE, que se alimenta de la información suministrada por las instituciones del sistema de educación superior, conforme lo disponen los artículos 126 y 129 de la Ley Orgánica de Educación Superior y 56 de su Reglamento. El reconocimiento/registro del título no habilita al ejercicio de las profesiones reguladas por leyes específicas, y de manera especial al ejercicio de las profesiones que pongan en riesgo de modo directo la vida, salud y seguridad ciudadana conforme el artículo 104 de la Ley Orgánica de Educación Superior. Según la Resolución RPC-SO-16-No.256-2016.

En caso de detectar inconsistencias en la información proporcionada de titulaciones nacionales, se recomienda solicitar a la institución de educación superior nacional que emitió el título, la rectificación correspondiente y de ser una titulación extranjera solicitar la rectificación a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Para comprobar la veracidad de la información proporcionada, usted debe acceder a la siguiente dirección:

Sandra Paulina Chuquimarca Cardenas
Directora de Registro de Títulos
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



092366875

GENERADO: 20/09/2023 7.42 PM



Certificaciones del Sistema Nacional de Cualificaciones y

Información provista por la Secretaría Técnica del Sistema Nacional de Cualificaciones y Capacitación Profesional (SETEC).

En el caso de detectar inconsistencias en la información proporcionada, se recomienda solicitar a la institución que emitió el certificado, la rectificación

Nombre: ALTAMIRANO GUERRERO GERARDO VINICIO
Número de documento de identificación: 0923606875

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

Punto de Atención al Usuario: Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, Quito
Edificio Matriz: Alpallana E7-183 entre Av. Diego de Almagro y Whymper.
Código Postal: 170518, Quito - Ecuador. Teléfono: 593-2 3934-300
www.educacionsuperior.gob.ec



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”



Número de registro	MDT-5168-CCL-297178
Institución	CORPORACION LIDERES PARA FORMACION Y CAPACITACION EMPRESARIAL
Certificado en	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES - PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: ENERGÍA ELÉCTRICA
Válido desde	13/11/2021
Válido hasta	13/11/2025
Provincia	GUAYAS
Cantón	MILAGRO

Número de registro	MDT-289-CCL-452551
Institución	CAPTEEC CENTRO DE CAPACITACIÓN TÉCNICA - EMPRESARIAL & TUTORIAS S.A.S.
Certificado en	OPERACIONES DE LÍNEAS Y REDES ENERGIZADAS
Válido desde	04/09/2023
Válido hasta	04/09/2028
Provincia	GUAYAS
Cantón	MILAGRO

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

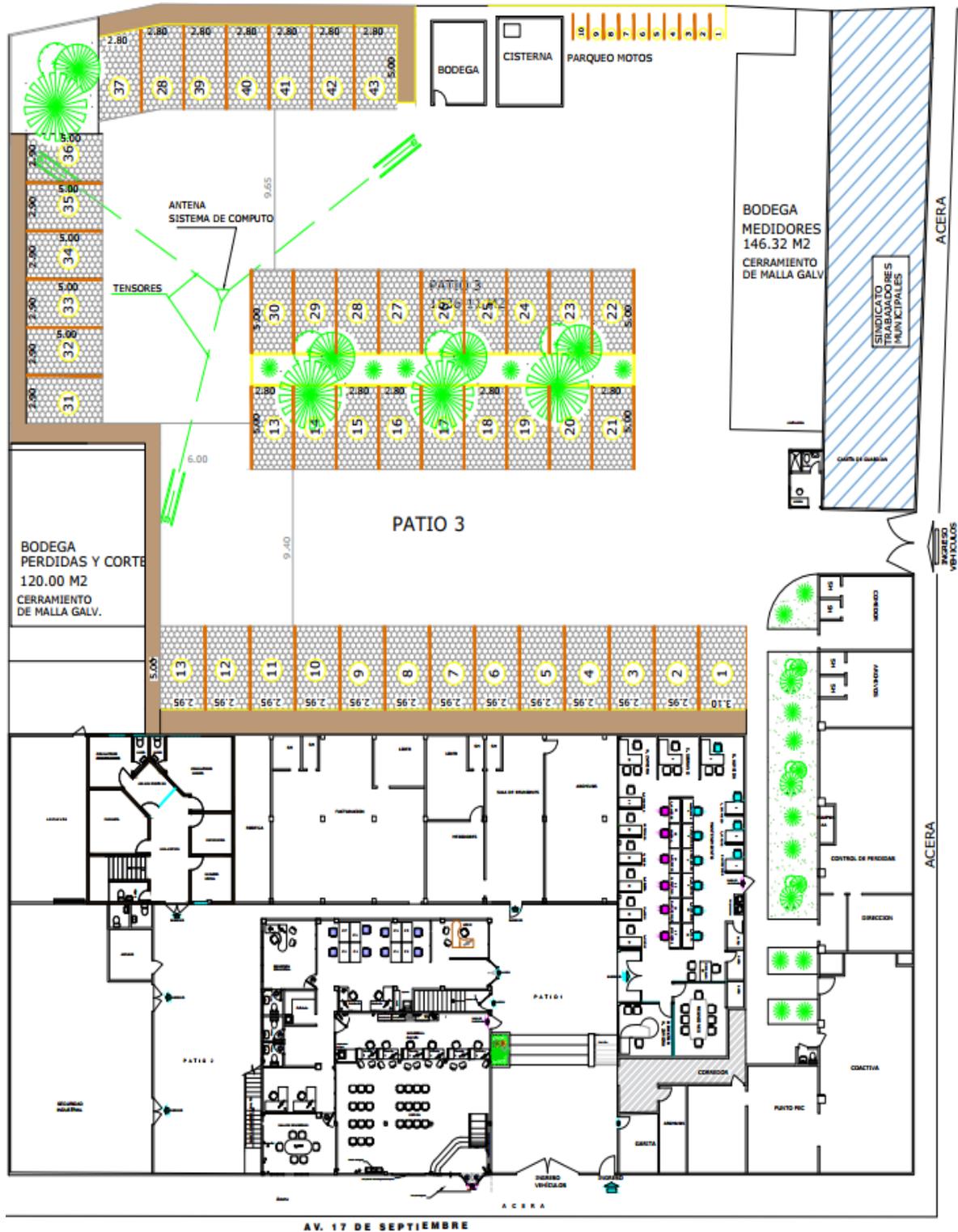
Punto de Atención al Usuario: Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, Quito
 Edificio Matriz: Alpallana E7-183 entre Av. Diego de Almagro y Whymper.
 Código Postal: 170518. Quito - Ecuador. Teléfono: 593-2 3934-300
www.educacionsuperior.gob.ec



8. Anexos

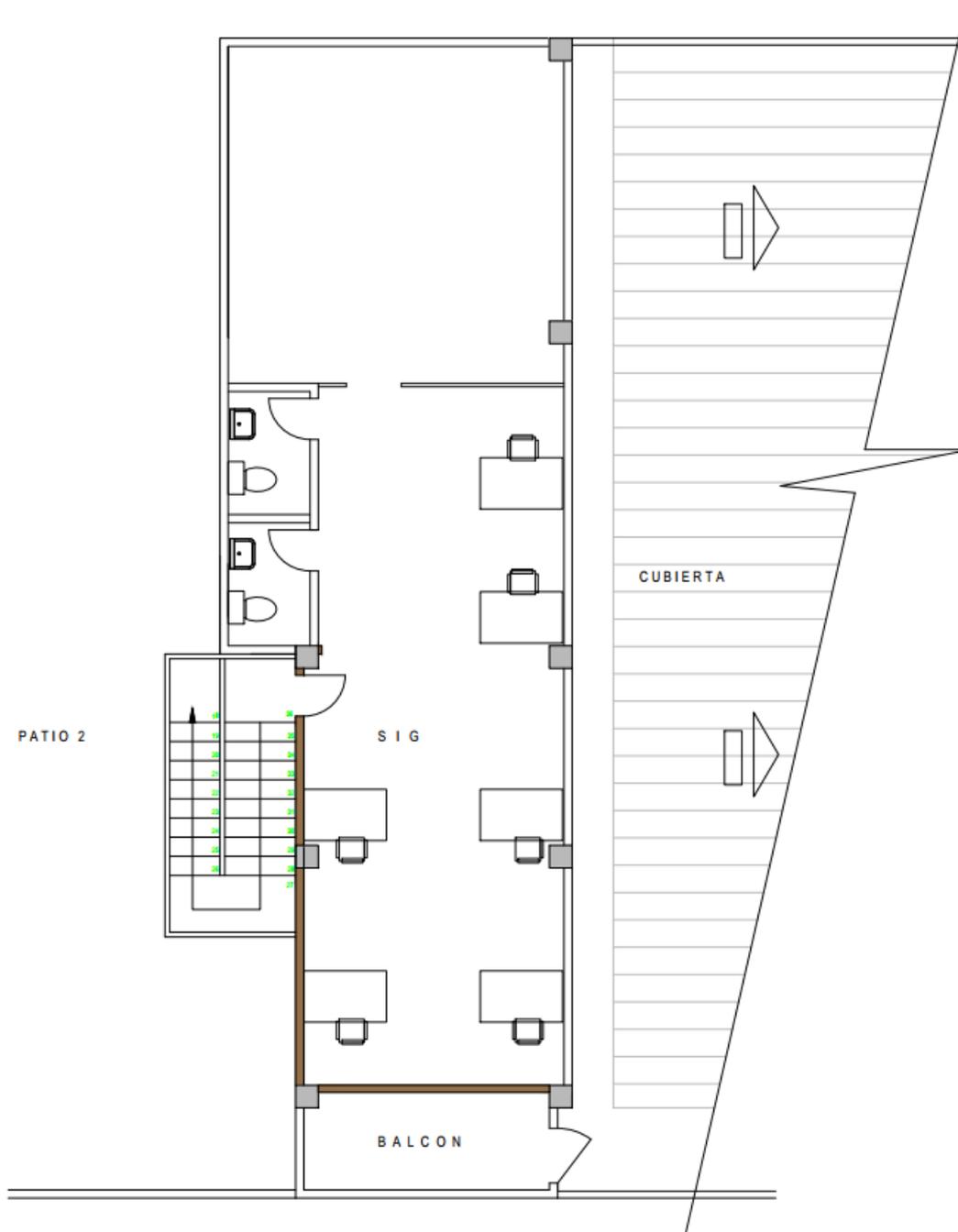
8.1. Implantación general de la edificación

Planta baja del edificio administrativo CNEL EP en la ciudad de Milagro



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Segundo piso alto del edificio administrativo CNEL EP en la ciudad de Milagro



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

8.2.Equipos

Especificaciones de la batería

Built-in BMS Protection

-  Overcharge protection
-  Overdischarge protection
-  Overcurrent protection
-  Short circuit protection
-  Cell voltage self balance



BMS PROTECTION



Batería de fosfato de hierro y litio de 24V, 300AH, BMS integrado, 29,2 V, 300Ah, célula LiFePO4 para Motor inversor de almacenamiento de energía Solar + cargador

Otras recomendaciones

¡Vaya! Este producto ya no está disponible.

Comprar

Añadir a la cesta



Shop110256657 St...

DESCRIPCIÓN VALORACIONES (0) DETALLES

Denunciar artículo

71.4% valoraciones positivas
7 Seguidores

Contactar

+ Follow

Ver la tienda

Búsqueda caliente

- batería gel 100ah camper
- iron phosphate battery 12v 300ah
- lithium 24v 200a
- 24v lifepo4
- 24v lithium battery 300w
- baterías litio solar 24v

Categorías de tienda

- Others

El almacén alemán ha llegado (24V 300AH) 100 piezas de amigos que lo necesitan, haga un pedido ahora. Realice el pedido primero y organice el envío primero. Puedes recibir las mercancías en el plazo de 3-7 días después de la entrega.

Modelo: Paquete de batería de 24V 300Ah

Tipo de batería: Batería LiFePO4

Fecha de entrega: 2023

Tipo de batería: Batería Lifepo4 de 3,2 V

Cantidad fija: 300AH

Tensión Nominal: 25,6 V

Corriente máxima de carga: 50A

Corriente de descarga instantánea: A

Corriente de descarga continua: A

Vida: 4000 ciclos o más

Tamaño: 535*215*207mm (+/-10mm)

Temperatura de Carga: 0 a 45 °C

Temperatura de descarga: -20 a 60 °C

Temperatura de almacenamiento: -20 a 65 °C

Rango de voltaje de funcionamiento: 20V a 29,2 V

Voltaje eléctrico: 29.2 V

Voltaje de protección de sobrecarga: 29.2 V/0,05 V

Voltaje de protección de sobrecarga: 20V/0,05 V

Protege la temperatura de la batería: 60 ° C plumn 5 ° C

Salida y parámetros: columna de conexión positiva/negativa de alta corriente (rojo positivo, negro).

El paquete incluye:

1 piezas 24V 300Ah Paquete de batería lifepo4 de alta capacidad, con BMS incorporado.

1 piezas de cargador

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Especificaciones controlador carga



View larger image



Add to Compare Share

MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Power System

FOB Reference Price: [Get latest price](#)

\$400.00 - \$550.00 / piece | 1 piece/pieces (Min. order)

Benefits: 3-day coupon giveaway: up to US \$80 off [Claim now >](#)

Rated Voltage: **48V**

Maximum Current: **160A**

Lead time: ⓘ

Quantity (pieces)	1 - 1	> 1
Lead time (days)	5	To be negotiated

Purchase details

Protection with Trade Assurance

Shipping: [Contact supplier](#) to negotiate shipping details
Enjoy [On-time Dispatch Guarantee](#) ⓘ

Payments:
Enjoy encrypted and secure payments [View details](#)

Returns & Refunds: Eligible for returns and refunds [View details](#)

Source with confidence

☑ Direct from Verified Custom Manufacturer

You may also like

\$355.00 - \$485.00 Min. order: 2.0 pieces 7 vistas	\$1,100.00 Min. order: 1 piece 3 vistas	\$99.00 - \$350.00 Min. order: 1.0 piece 10+ vistas	\$535.00 Min. order: 1 piece	\$559.00 - \$700.00 Min. order: 1.0 piece 2 vistas

Product details

Company profile

[Report Suspicious Activity!](#)

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

31/5/23, 21:19

Mppt Solar Charge Controller 48v 160a For Solar Power System - Buy Solar Charge Controller,Mppt Solar Charge Contro

Place of Origin:	Shandong, China	Brand Name:	Deming
Model Number:	48V160A	Type:	PWM
Application:	Solar System Controller	Work Time (h):	24
Max PV Power:	5KW	Max PV Voltage:	480V
Certificate:	CE	Warranty:	2 YEARS
Rated Voltage:	48v	solar controller:	MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Po...
PV Rated Current:	160A	Battery group rated voltage:	48V
PV open circuit voltage:	100v/150v	PV Max.power:	7.68KWp
Stopping charging voltage:	>58V±1	Number of solar energy panel array:	2circuits/3 circuits
		Product size:	555*555*900mm
		Weight:	65KGS

Supply Ability

Supply Ability 1000 Piece/Pieces per Day MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Power Sys

Packaging & delivery

Packaging Details paper carton /wooden case
 solar controller: MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Power System
 Port Qingdao,Shanghai, Tianjin,Shenzhen

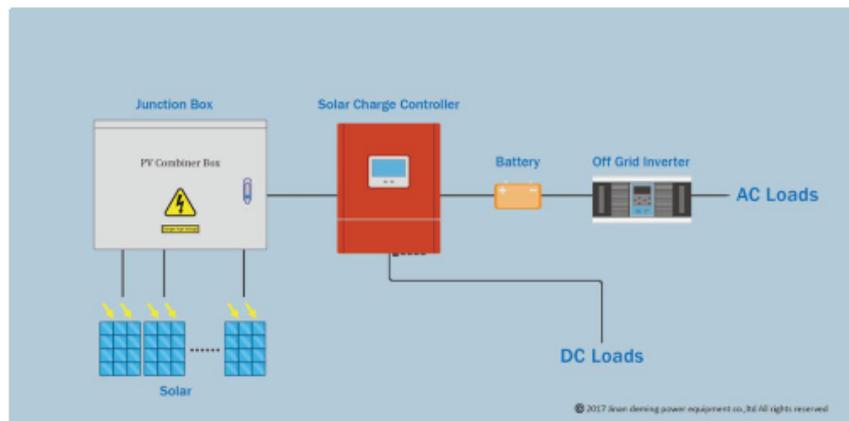
Lead time

Quantity(pieces)	1 - 1	>1
Lead time (days)	5	To be negotiated

MPPT Solar Charge Controller 48V 160A for Solar Power System
MPPT Solar Controller for off-grid solar power system 48V 160A

Product Overviews

..... **Functional Description**



Properties of the solar charge controller

1. Design for off-grid solar power system.
2. Applicable to different kinds of batteries.
3. Modular design with simple structure and easy maintenance.
4. Automatic power control function.
5. LCD display: Solar panel current, solar panel voltage, solar panel power, battery group voltage, charge current.
6. MODBUS protocol. The problem that the protocol cant be compatible with other devices is solved. It is convenient to do secondary development.
7. Add the protection function of charge module. When batteries are broken or open circuit, inverter power the loads directly via controller, the charge module wont be damaged.
8. Battery protection is added. When there is fault on charge module, disconnect the battery, to prevent the over-charge of battery(high voltage is optional)
- 9.Perfect protection function: Solar reverse charge protection, Solar reverse connection protection, Battery reverse connection protection, Battery overcharge protection, Battery over current protection etc

https://www.alibaba.com/product-detail/MPPT-Solar-Charge-Controller-48V-160A_60706210046.html

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Especificaciones del inversor

Model	HSI-102	HSI-152	HSI-202	HSI-302	HSI-402	HSI-502	HSI-602	HSI-702
Rated Power	1KW	1.5KW	2KW	3KW	4KW	5KW	6KW	7KW
Peak Power	3KW	4.5KW	6KW	9KW	12KW	15KW	18KW	21KW
Nominal battery voltage	12/24VDC	12/24/48VDC			24VDC/48VDC			
Input	DC input range	10.5-15VDC (12V) / 21-30VDC (24V) / 42-60VDC (48V)						
	AC Mains input range	140-275VAC (220/230/240VAC)±4%						
Protection	AC input frequency	50Hz: 45-65Hz / 60Hz: 55-65Hz±0.5Hz (50Hz/60Hz automatic recognition)						
	Low battery alarm	≤10.5VDC (12V) / ≤21VDC (24V) / ≤42VDC (48V) alarm						
	Low battery protection	≤10VDC (12V) / ≤20VDC (24V) / ≤40VDC (48V) automatic shutdown						
	High battery alarm	≥15VDC (12V) / ≥30VDC (24V) / ≥60VDC (48V) alarm						
	High battery protection	≥17VDC (12V) / ≥34VDC (24V) / ≥68VDC (48V) automatic shutdown						
	Over load protection	110%<loading<150%, shutdown after 60s alarm, loading>150%, shutdown after 20s alarm						
	High temperature	Built-in temperature real time sensor, ≥85℃ alarm, ≥90℃ automatic shutdown						
	Short circuit protection	Automatic shutdown						
Output	Transfer efficiency	≥90%						
	Output voltage	(DC battery mode) 220/230/240VAC±2%						
	Output frequency	(DC battery mode) 60/50Hz±1%						
	Output wave form	Pure sine wave						
	Output voltage	(AC mains mode) stable 220/230/240VAC±10% output (built-in AVR stabilizer)						
	AVR output stabilizer	AC mains<170VAC±5% switch to DC battery mode, AC mains>180VAC ±5% return to AC mains mode; AC mains>275VAC±5% switch to DC battery mode, AC mains<255VAC ±5% return to AC mains mode; The above is for output 220V system reference, 230V/240V output just multiply by percentage						
Other	Output frequency	(AC mains mode) automatic tracing from AC input						
	Transfer time	Built-in AC bypass replay (≤5ms)						
	Display	LCD Display with function buttons						
AC Charger	Cooling system	Intelligent cooling fan control system ≤42℃ slow fan, ≥45℃ fast fan						
	7 battery types mode	Gel U.S.A. / Gel European / A.G.M.1 / A.G.M.2 / Sealed lead acid / Open lead acid / Calcium(open) / Deep sulphation cycle 15.5 for 4 hrs						
	AC charging Voltage	13.6-14.2VDC(12V)/27.2-28.4VDC(24V)/54.4-56.8VDC(48V)						
	AC charging current	0-35A: 5A / 10A / 20A / 25A / 30A / 35A, 6 stages charging current adjustable						
	3 Stages charging	Boost charging, direct charging, float charging						
AC over charge protection	AC over charge protection	Battery voltage ≥ 16VDC (12V) ≥ 32VDC (24V) ≥ 64VDC (48V), stop charging after 60s alarm AC mains priority						
	01	Always use AC mains as priority input to provide AC output and automatically charge the battery, only stops charging when battery is fully charged, and only starts DC to AC converting until AC mains is off						
	02	Energy saving						

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Especificaciones del panel solar

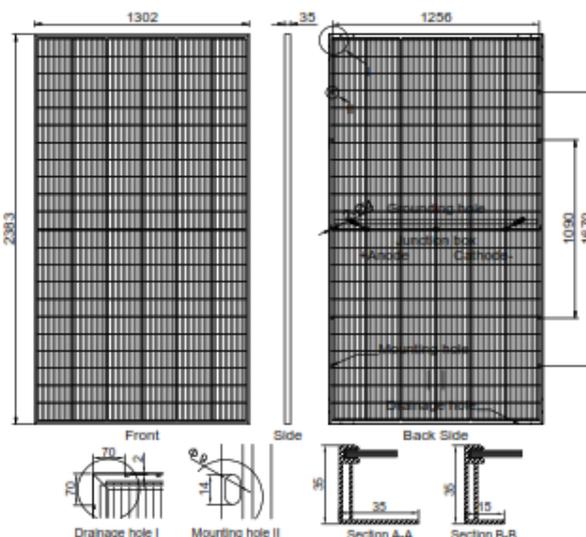


SILICON HETEROJUNCTION PV MODULES
HALF-CUT CELLS • BIFACIAL • DOUBLE-GLASS

AE TME-132BDS Series 680W-700W

Mechanical and design specification

Cell type	Silicon Heterojunction Technology, Half-cut cells, 210 mm
No. of cells	132
Bifaciality	80±5%
Glass	2.0 mm, high transmission, AR coated, tempered
Encapsulation	POE
Back cover	2.0 mm, high transmission solar glass, tempered
Junction box	IP 68 rated
Frame	35 mm anodized Aluminium alloy
Cable	1 x 4 mm ² , 200 mm length or customized
Connectors	MC 4 / MC 4 compatible
Dimension	2383 mm x 1302 mm x 35 mm
Weight	38.7 kg
Hail resistance	Max. Ø 25 mm at 23 m/s
Wind load	2400 Pa/ 244 kg/ m ²
Mechanical load	5400 Pa/ 550 kg/ m ²

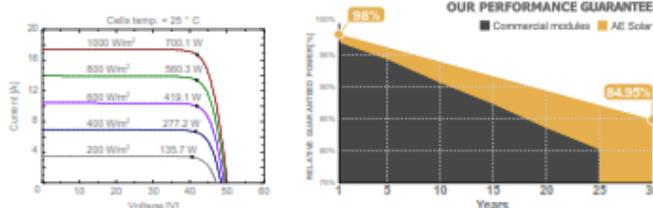


Packaging information

Packaging configuration	31 pcs / pallet
Loading capacity	527 pcs / 40 HQ
Size / Pallet	1350 mm x 1145 mm x 2500 mm (upright)
Weight	1240 kg / pallet

Temperature ratings

Operating temperature	(°C)	-40 to +85
Temp.coefficient of P_{max}	(%/°C)	-0.26
Temp.coefficient of V_{oc}	(%/°C)	-0.24
Temp.coefficient of I_{sc}	(%/°C)	0.04
Nom. operating temp. NOCT	(°C)	44 ± 2



Electrical specifications (STC)*: AE680TME-132BDS AE685TME-132BDS AE690TME-132BDS AE695TME-132BDS AE700TME-132BDS

		AE680TME-132BDS	AE685TME-132BDS	AE690TME-132BDS	AE695TME-132BDS	AE700TME-132BDS
Nominal Max. Power	P_{max} (Wp)	680	685	690	695	700
Maximum operating voltage	V_{MOP} (V)	41.49	41.65	41.80	41.95	42.10
Maximum operating current	I_{MOP} (A)	16.39	16.45	16.51	16.57	16.63
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	49.50	49.66	49.82	49.98	50.13
Short-circuit current	I_{sc} (A)	17.19	17.25	17.31	17.37	17.43
Module efficiency	η (%)	21.92	22.08	22.24	22.40	22.56
Power tolerance	(W)	0~+5				
Maximum system Voltage	(V)	1500				
Maximum series fuse rating	(A)	30				

*STC: Standard test conditions (Irradiance 1000 W/m², Cell temperature 25°C and air mass of AM1.5)

Electrical specifications (NMOT)*: AE680TME-132BDS AE685TME-132BDS AE690TME-132BDS AE695TME-132BDS AE700TME-132BDS

		AE680TME-132BDS	AE685TME-132BDS	AE690TME-132BDS	AE695TME-132BDS	AE700TME-132BDS
Nominal Max. Power	P_{max} (Wp)	510	513	517	521	525
Maximum operating voltage	V_{MOP} (V)	38.90	39.04	39.18	39.32	39.46
Maximum operating current	I_{MOP} (A)	13.11	13.16	13.21	13.26	13.30
Open-circuit voltage	V_{oc} (V)	46.36	46.54	46.71	46.89	47.06
Short-circuit current	I_{sc} (A)	13.75	13.80	13.85	13.90	13.94

*NMOT: Normal Module Operating Temperature (Irradiance 600 W/m², Ambient temperature 20°C, air mass of AM1.5 and wind speed of 1 m/s)

The specifications and characteristics contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the product developments and uncertainty of measurement devices. The specifications included in the datasheet are subject to change without prior notice.

8.3. Planillas energía eléctrica

Medidor #1



R.U.C.: 0968599020001
FACTURA No. 070 - 001 - 006406936
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 0306202301096859902000120700010064069361037194815
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2023-06-05T08:55:41-05:00
 AMBIENTE: PRODUCCION EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO

0306202301096859902000120700010064069361037194815

Fecha Emisión: 3-Jun-2023 Fecha Máxima de Pago: 17-Jun-2023

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
 Dir Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO
 GRACE CEIBOS PISO 3
 Dir Sucursal: AV. 17 DE SEPTIEMBRE S/N Y AMBATO
 Contribuyente Especial Nro: 00
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

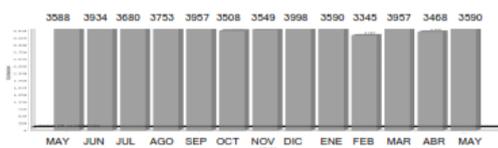
Suministro: CNEL EP Código único eléctrico nacional: 0968599020001
 Nombre: CC / RUC:
 Dirección: AV.17 SET-AMBATO 0 y GERENCIA Y DIRECCION COMERC MILAGRO, CABECERA CA
 Provincia / Cantón / Parroquia: GUAYAS MILAGRO
 Tipo de Tarifa: ENTIDADES OFICIALES BAJA TENSION

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 2104200060 kWh Consumidos: 3590
 Mes de Consumo: Mayo-2023 Lectura Hasta: 1-Jun-23 Días Facturados: 30
 Lectura Desde: 2-May-23 Factor de Multiplicación: 40.800

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Energía Medida	0000852	0000764	00003590	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0003590	kWh
Demanda Facturada	0000007		00000007	kW

HISTORIAL DE CONSUMOS



RUBRO	VALOR (\$)
Energía	330.57
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	331.98
ALUMBRADO PÚBLICO	44.41
Base IVA 12%	0.00
Base IVA 0 %	376.39
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	376.39

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica:	203.26
Total:	203.26

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	376.39
TOTAL (1)	376.39



“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Medidor #2



R.U.C.: 0968599020001
FACTURA No. 070 - 001 - 006406028
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 0306202301096859902000120700010064060281102215111
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2023-06-05T08:44:46-05:00
 AMBIENTE: PRODUCCION EMISIÓN: NORMAL
CLAVE DE ACCESO

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
 CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
 Dir Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO
 GRACE CEIBOS PISO 3
 Dir Sucursal: AV. 17 DE SEPTIEMBRE S/N Y AMBATO
 Contribuyente Especial Nro: 00
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

0306202301096859902000120700010064060281102215111

Fecha Emisión: 3-Jun-2023

Fecha Máxima de Pago: 17-Jun-2023

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

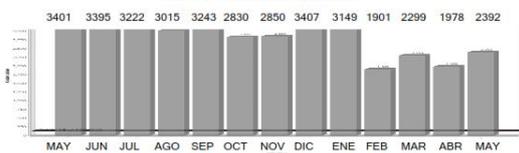
Suministro: CNEL EP Código único eléctrico nacional:
 Nombre: CNEL EP CC / RUC: 0968599020001
 Dirección: CNEL CORPORACION NAC 0 y AMBATO
 Provincia / Cantón / Parroquia: GUAYAS MILAGRO MILAGRO, CABECERA CA
 Tipo de Tarifa: ENTIDADES OFICIALES BAJA TENSION

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 271534
 Mes de Consumo: Mayo-2023
 Lectura Desde: 2-May-23 Lectura Hasta: 1-Jun-23 Días Facturados: 30
 Factor de Potencia: 0.970810 kWh Consumidos: 2392

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Energía Medida	0284443	0282051	00002392	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0002392	kWh
Reactiva	0101138	0100547	00000591	kVARh
Demanda Facturada	0000022		00000022	kW

HISTORIAL DE CONSUMOS



RUBRO	VALOR (\$)
Energía	219.16
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	220.57
ALUMBRADO PÚBLICO	29.50
Base IVA 12%	0.00
Base IVA 0 %	250.07
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	250.07



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica:	136.53
Total:	136.53

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	250.07
TOTAL (1)	250.07

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Medidor #3



EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
 Dir Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO
 GRACE CEIBOS PISO 3
 Dir Sucursal: AV. 17 DE SEPTIEMBRE S/N Y AMBATO
 Contribuyente Especial Nro: 00
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 0968599020001
FACTURA No. 070 - 001 - 006405891
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 0306202301096859902000120700010064058911089416210
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2023-06-05T08:43:56-05:00
 AMBIENTE: PRODUCCION EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO

0306202301096859902000120700010064058911089416210

Fecha Emisión: 3-Jun-2023 Fecha Máxima de Pago: 17-Jun-2023

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Suministro: Código único eléctrico nacional:
 Nombre: CNEL EP CC / RUC: 0968599020001
 Dirección: AV.17 SET-AMBATO 0 y CALLE SIN NOMBRE
 Provincia / Cantón / Parroquia: GUAYAS MILAGRO MILAGRO, CABECERA CA
 Tipo de Tarifa: ENTIDADES OFICIALES BAJA TENSION

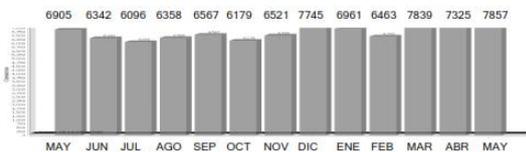
1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 261342
 Mes de Consumo: Mayo-2023
 Lectura Desde: 2-May-23 Lectura Hasta: 1-Jun-23 Días Facturados: 30
 kWh Consumidos: 7857
 Factor. de Potencia: 0.967426

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Energía Medida	0262972	0255115	00007857	kWh
<hr/>				
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada	0074170	0072114	0007857	kWh
Reactiva	0000031		00002056	KVARh
Demanda Facturada			00000031	KW

RUBRO	VALOR (\$)
Energía	727.40
Comercialización	1.41
<hr/>	
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	728.81
ALUMBRADO PÚBLICO	97.54
Base IVA 12%	0.00
Base IVA 0 %	826.35
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	826.35

HISTORIAL DE CONSUMOS



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica:	440.94
Total:	440.94



TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	826.35
TOTAL (1)	826.35

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Medidor #4



EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
 Dir Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO GRACE CEIBOS PISO 3
 Dir Sucursal: AV. 17 DE SEPTIEMBRE S/N Y AMBATO
 Contribuyente Especial Nro: 00
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 0968599020001
FACTURA No. 070 - 001 - 006405839
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 0306202301096859902000120700010064058391037196316
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2023-06-05T08:43:39-05:00
 AMBIENTE: PRODUCCION EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO

0306202301096859902000120700010064058391037196316

Fecha Emisión: 3-Jun-2023 Fecha Máxima de Pago: 17-Jun-2023

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Suministro: CNEL EP Código único eléctrico nacional:
 Nombre: CNEL EP CC / RUC: 0968599020001
 Dirección: AV.17 SETIEMBRE Y AMBATO 0 y EDIFICIO CONTABILIDA
 Provincia / Cantón / Parroquia: GUAYAS MILAGRO MILAGRO, CABECERA CA
 Tipo de Tarifa: ENTIDADES OFICIALES BAJA TENSION

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

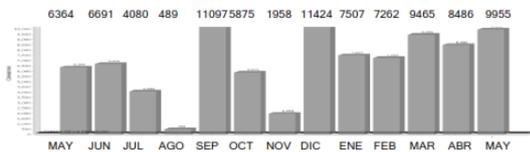
Medidor: 127278
 Mes de Consumo: Mayo-2023
 Lectura Desde: 2-May-23 Lectura Hasta: 1-Jun-23
 Días Facturados: 30
 Factor de Multiplicación: 81.600
 Factor de Potencia: 0.976378

KWh Consumidos: 9955

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Energía Medida	0006907	0006785	00009955	kWh
Energía Facturada Reactiva	0001985	0001958	0009955 00002203	kWh kVARh

RUBRO	VALOR (\$)
Energía	922.52
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	923.93
ALUMBRADO PUBLICO	123.66
Base IVA 12%	0.00
Base IVA 0 %	1047.59
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	1047.59

HISTORIAL DE CONSUMOS



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO

Tarifa Eléctrica:	557.79
Total:	557.79

TOTAL A PAGAR

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1047.59
TOTAL (1)	1047.59



Medidor #5



R.U.C.: 0968599020001
FACTURA No. 070 - 001 - 006405838
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 0306202301096859902000120700010064058381037193011
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2023-06-05T08:43:39-05:00
 AMBIENTE: PRODUCCION EMISIÓN: NORMAL
CLAVE DE ACCESO

EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
 Dir Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO
 GRACE CEIBOS PISO 3
 Dir Sucursal: AV. 17 DE SEPTIEMBRE S/N Y AMBATO
 Contribuyente Especial Nro: 00
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

0306202301096859902000120700010064058381037193011
 Fecha Emisión: 3-Jun-2023 Fecha Máxima de Pago: 17-Jun-2023

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Suministro: CNEL EP Código único eléctrico nacional: 0968599020001
 Nombre: CNEL EP cc / RUC:
 Dirección: AV.17 SET-AMBATO 0 y DIRECCION FINANCIERA - DRI
 Provincia / Cantón / Parroquia: GUAYAS MILAGRO MILAGRO, CABECERA CA
 Tipo de Tarifa: ENTIDADES OFICIALES BAJA TENSION

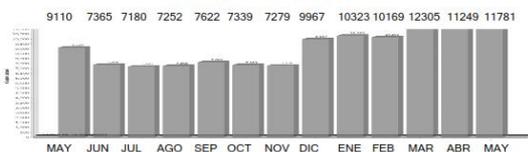
1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 261106
 Mes de Consumo: Mayo-2023
 Lectura Desde: 2-May-23 Lectura Hasta: 1-Jun-23 Dias Facturados: 30
 Factor de Potencia: 0.981014 kWh Consumidos: 11781

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Energía Medida	0568737	0556956	00011781	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada	0143952	0141623	0011781	kWh
Reactiva	0000065		00002329	kVARh
Demanda Facturada			00000065	kW

RUBRO	VALOR (\$)
Energía	1092.33
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1093.74
ALUMBRADO PÚBLICO	146.39
Base IVA 12%	0.00
Base IVA 0 %	1240.13
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	1240.13

HISTORIAL DE CONSUMOS



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica:	659.50
Total:	659.50

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1240.13
TOTAL (1)	1240.13



9. Bibliografía

Acevedo Saavedra, C. P., & Cárdenas, L. A. (2018). Barrios resilientes energéticamente en viviendas sociales: la reconstrucción post-incendio en el Cerro Las Cañas de Valparaíso. *Revista INVI*. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582018000100183>

Anónimo. (2012). Componentes de una instalación solar fotovoltaica. *Unknown*, 24. <http://spain-s3-mhe-prod.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

ARCONEL. (2015). *ARCONEL*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Regulacion-No-ARCONEL-001-15-Reformada.pdf>

ARCONEL. (2023). *FAOLEX*. Obtenido de <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC186444/>

Bellot, R., & Fiscarelli, D. (2020). Sustainable housing: A discussion on the efficient management of water use in domestic installations. case study: Santa Fe–Argentina. *Habitat Sustentable*, 10(1), 69–81. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.06>

boletinagrario.com. (2021). FLUJO DE ENERGÍA - ¿Qué es flujo de energía? - significado, definición, traducción y sinónimos para flujo de energía. 2009.

Cadena, Á. I. (2008). Fuentes Energéticas Alternativas. *Revista de Ingeniería*, 28. <https://doi.org/10.16924/revinge.28.8>

Castro Alfaro, A., & Marrugo-Salas, L. (2018). Turismo sostenible. *Saber, Ciencia y Libertad*. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2018v13n2.4631>

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNELEP en la ciudad de Milagro”

CNELEP MILAGRO. (2023). Obtenido de CNELEP MILAGRO:
<https://www.cnelep.gob.ec/unidad-de-negocio-milagro>

Commission, I. E. (2022). *International Electrotechnical Commission*. Obtenido de
<https://webstore.iec.ch/publication/583>

DCA. (2022). *Energía nuevas*. Obtenido de
<http://www.diariodeciencias.com.ar/inversor-solar-de-los-paneles-solares-a-la-corriente-alterna/>

E4S. (2019). *E4 soluciones*. Obtenido de <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/que-es-energia-renovable-hibrida>

Energético, I. d. (2020). *Instituto de Investigación Geológico y Energético*. Obtenido de Instituto de Investigación Geológico y Energético:
<https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/>

ENERGIA, L. O. (2018). *LEXIS*. Obtenido de
<https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2019/03/LEY-DE-ELECRICIDAD.pdf>

Energías Renovables. (2022). Obtenido de Energías Renovables:
<https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

EP, C. (2023). *CNELEP*. Obtenido de CNELEP: www.cnelep.gob.ec

Esenergia.es. (2021). *Esenergia.es*. Obtenido de <https://esenergia.es/celulas-solares-tercera-generacion/>

Estadística Anual, A. d. (2021). *Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables*. Obtenido de

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp->

[content/uploads/downloads/2022/04/Estadistica2021.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/04/Estadistica2021.pdf)

ETWH. (2021). ETWH. Obtenido de

https://ethw.org/National_Electrical_Safety_Code_ANSI_C2

Energía Solar. (2017). Baterías solares. *Energía Solar*.

energianow. (2020). Componentes Sistema Fotovoltaico. *Www.Energianow.Com*.

Espinel-Blanco, E., Flórez-Solano, E. N., & Barbosa-Jaimes, J. E. (2020). Estudio para la generación de energía por un sistema con paneles solares y baterías. *Revista Ingenio*, 17(1), 9–14. <https://doi.org/10.22463/2011642x.2392>

Gasparin, F. P., & Krenzinger, A. (2017). Desempenho De Um Sistema Fotovoltaico Em Dez Cidades Brasileiras Com Diferentes Orientações Do Painel. *Revista Brasileira de Energia Solar*, 8(1).

Helioesfera. (11 de Nov de 2021). *Helioesfera*. Obtenido de <https://www.helioesfera.com/como-funciona-un-sistema-fotovoltaico-de-autoconsumo/>

Janeth, V. C. B., & Daniel, L. J. D. (2021). Sistema fotovoltaico como alternativa sostenible para el funcionamiento de una alcaldía municipal. *Photovoltaic System as a Sustainable Alternative for the Operation of a Municipal Mayor’s Office.*, 19(1), 188–204. <https://0-search.ebscohost.com/biblioteca-ils.tec.mx/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=152087959&lang=es&site=ehost-live>

López Mas, M., Oliva-Cruz, M., Gosgot Angeles, W., & Espinoza Canaza, F. I. (2022). Rendimiento energético de un sistema fotovoltaico autónomo con seguidor solar bajo las condiciones climáticas de Chachapoyas. *Revista de Investigación de*

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

Agroproducción Sustentable, 6(1), 83. <https://doi.org/10.25127/aps.20221.858>

Martínez-Peralta, A. J., Chere-Quiñónez, B. F., Charcopa-Paz, L. E., Orobio-Arboleda, T. J., & Alcívar-Vallejo, C. A. (2022). Configuración del diseño óptimo de un sistema de energía híbrido solar-eólica conectado a la red utilizando el software HOMER. *Dominio de Las Ciencias*, 8(2), 469–479. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2766/html>

Madrid, U. P. (2022). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de <https://mastersolar.ies.upm.es/que-es-la-integracion-arquitectonica-de-la-fotovoltaica/>

MURCIA, U. D. (2021). *UNIVERSIDAD DE MURCIA*. Obtenido de <https://www.um.es/web/campussostenible/ambiental/energia/energias-renovables/energia-solar-termica>

Nascimento, C. A. do. (2010). Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica. *Structural Engineer*, 88(15–16).

NEC. (2023). *Código Eléctrico Nacional*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=70>

Ñustes-Cuellar, W. A., & Rivera-Rodríguez, S. R. (2017). Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(1), 37–48. <https://doi.org/10.19053/1900771x.v17.n1.2017.5954>

Osornio-Cárdenas, J. I., Domínguez-Barreto, O., Miranda-Hernández, A., Reyes-Sandoval, F. A., & Vargas-Rosas, E. M. (2022). Energía Solar Térmica. *TEPEXI Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 9(18).

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

<https://doi.org/10.29057/estr.v9i18.8879>

Parrado Duque, A., Osma Pinto, G. A., & Ordóñez Plata, G. (2019). INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 1(33).
<https://doi.org/10.24054/16927257.v33.n33.2019.3334>

Reynaldo Argüelles, C. L., & Aguilera Peña, R. G. (2020). Indicadores de desempeño ambiental en la extracción de recursos no renovables. *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 7(1). <https://doi.org/10.21855/ecociencia.71.298>

Rodas Beltrán, A. P. (2013). La habitabilidad en la vivienda social en Ecuador a partir de la visión de la complejidad: Elaboración de un sistema de análisis. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*.

Rodriguez, M. (2021). Sobreexplotación de los Recursos Naturales. *Researchgate*, April.

Rommel Alexis, B. L., & Llanes Cedeño, E. A. (2020). LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR A PARTIR DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104).
<https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>

Ruiz, H. Q., Cruz Zuñiga, C., Del Rosario de la Cruz, J., Huaccha Chávez, R., & Eloy Soto Abanto, S. (2022). Generación de un sistema fotovoltaico como alternativa para la red de distribución eléctrica tradicional. *Aporte Santiaguino*.
<https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n1.840>

Silva Lindo, M., Depaz Blácido, R., & Alva Villacorta, O. (2017). Mejoramiento del confort térmico de vivienda en uso en la ciudad de Huaraz con el

“Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro”

aprovechamiento de la energía solar pasiva. *APORTE SANTIAGUINO*, 9(1), 37.

<https://doi.org/10.32911/as.2016.v9.n1.211>

Solar.com. (2020). Solar Panel Efficiency. *Solar.Com*, 4(12).

tecnología, A. (2021). Obtenido de

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/instalacion-fotovoltaica-conectada-red.html>

Trujillo Rodríguez, C. L., De La Fuente, D. V., Figueres Amorós, E., Garcerá Sanfeliú, G., & Guacaneme Moreno, J. (2012). Diseño, modelado e implementación de inversor conectado a la red eléctrica a partir de fuentes renovables. *Revista Tecnura*, 16(32). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2012.2.a01>

Vega, G. (2018). Optimización energética y ambiental de sistemas fotovoltaicos para su integración en la edificación. *Universidad Politécnica de Madrid*.

SOLARGIS. (2018). <https://solargis.com>. Obtenido de <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/ecuador>

SOLARGIS. (2022). <https://solargis.com>. Obtenido de <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/south-america>

PRIMICIAS. (4 de Octubre de 2023). Obtenido de <https://www.primicias.ec>: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ecuador-alerta-elnino-pocas-lluvias/>

Primicias. (4 de Octubre de 2023). <https://www.primicias.ec>. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ecuador-alerta-elnino-pocas-lluvias/>



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero**, con C.C: # 0923606875 autor del trabajo de titulación: **Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro** previo a la obtención del título de **Magister en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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 SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 20 de marzo de 2024

f. 

Nombre: Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero

C.C: **0923606875**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red convencional para el área administrativa de la Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP en la ciudad de Milagro		
AUTOR(ES)	Gerardo Vinicio Altamirano Guerrero		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Mgs. Diana Bohórquez Heras, Ph.D. Juan Carlos Lata García / Msc. Gustavo Mazzini.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Maestría en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Magister en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de marzo del 2024	No. DE PÁGINAS:	88
ÁREAS TEMÁTICAS:	SISTEMA FOTOVOLTAICO, PANELES SOLARES, BATERIAS, CELDAS, RADICION SOLAR, HORASOLAR PICO		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía alterna, sostenibilidad eléctrica, paneles fotovoltaicos, energía solar.		

RESUMEN/ABSTRACT:

El presente trabajo consiste en abastecer de energía eléctrica a través de la captación de radiación solar por medio de paneles solares para suplir los requerimientos de cargas críticas que posee los edificios administrativos de CNEL EP UN MLG, además de facilitar una reducción en costos económicos por utilización de energía convencional. En la actualidad el edificio administrativo referido consume un promedio de 35.575 kWh por mes, el cual representaría una importante ventaja al considerar como parte de una figura eco-amigable-sustentable y sostenible la oportunidad de que exista la introducción como empresa estatal en esa ciudad en el aprovechamiento de la energía solar, además de cumplir una función adicional como respaldo ante posibles eventos de falla en el sistema eléctrico aéreo. Las cargas críticas que se mencionan hacen referencia principalmente al sistema scada y el anillo de comunicaciones que dispone el Departamento del TICS, el cual tiene una función principal de conservar y establecer una adecuada comunicación a nivel nacional el cual pueda reflejarse ante todas las empresas distribuidoras, principalmente la observación por mando remoto de la operadora nacional de electricidad CENACE y el Ministerio de Energía y Minas. La factibilidad del estudio como aplicación para un sistema de respaldo permitiría aumentar y mejorar los índices de calidad y confiabilidad en el suministro de energía eléctrica de la empresa eléctrica distribuidora CNEL EP UN MLG.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-998685897	E-mail: gerardo.altamirano@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Msc. Celso Bayardo Bohórquez Escobar	
	Teléfono: +593-995147293	
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	