

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

VIDA NUEVA



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN LA ESCUELA JOSÉ JOAQUIN DE OLMEDO DE
LA COMUNIDAD EL GUARUMAL**

PRESENTADO POR:

FLORES VÁSCONEZ WILMER MICHAEL

TUTOR:

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

FECHA:

MAYO 2022

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: “**Diseño y Construcción de un Sistema Fotovoltaico para la Alimentación Eléctrica en la Escuela José Joaquín de Olmedo de la Comunidad el Guarumal**”, presentado por el ciudadano **Flores Vásquez Wilmer Michael**, para optar por el título de Tecnólogo Superior en **Electromecánica** certifico que dicho trabajo ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2022

Tutor: Ing. Ruiz Guangaje Carlos Rodrigo

C.I.: 060403063-5

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Trabajo de Integración Curricular, con el tema: “**Diseño y Construcción de un Sistema Fotovoltaico para la Alimentación Eléctrica en la Escuela José Joaquín de Olmedo de la Comunidad el Guarumal**” presentado por el ciudadano **Flores Vásconez Wilmer Michael** facultado en la Carrera en Tecnología Superior en **Electromecánica**.

Para constancia firman:

ING.**DOCENTE ISTVN**

ING.**DOCENTE ISTVN**

ING.**DOCENTE ISTVN**

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, **Flores Vásconez Wilmer Michael** portador de la cédula de ciudadanía **172326109-3** facultado de la carrera Tecnología Superior En **Electromecánica**, autor de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido de este Trabajo de Integración Curricular con el tema **“Diseño y Construcción de un Sistema Fotovoltaico para la Alimentación Eléctrica en la Escuela José Joaquín de Olmedo de la Comunidad el Guarumal”**, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi trabajo en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de mayo de 2022.

Flores Vásconez Wilmer Michael

C.I.: 172326109-3

Dedicatoria

Quiero dedicar este Trabajo de Integración Curricular a Dios por permitirme culminar con éxito mi tan anhelada carrera, darme buena salud y fortaleza en todo momento, también a toda mi familia por el apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mis metas, a todas las personas que me ayudaron a seguir desarrollando la tesis y me dijeron que no me dé por vencido.

Agradecimiento

Gracias a Dios, por haberme dado la vida, acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría, fortaleza para alcanzar mis objetivos, agradezco también a todas las personas que he tenido a dicha de conocer, compartir, que me han brindado su apoyo abnegado, con sus concejos, ánimos y acciones que han contribuido en mi formación profesional y que se ve reflejado en esta tesis de grado.

Índice de contenido

Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción	15
Antecedentes.....	18
Justificación	19
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Marco Teórico.....	22
Electricidad	22
Generación Eléctrica.....	23
Instalaciones Eléctricas	24
Placas Solares.....	25
Características	26
Inversor Solar	27
Baterías solares	28
En qué consiste el funcionamiento de una batería solar	28
Regulador de Carga.....	29
Estados de carga posibles:	29

Estructuras y Soportes.....	30
Energía solar fotovoltaica	31
Celda solar fotovoltaica	31
Tipos de celdas fotovoltaicas.....	33
Panel fotovoltaico	34
Arreglo fotovoltaico.....	35
Sistemas fotovoltaicos:	35
Sistemas interconectados a la red.	35
Sistema fotovoltaico interconectado a la red.	36
Cómo calcular la cantidad de energía eléctrica generada o consumida.....	39
Qué factores influyen en la producción de electricidad de un panel fotovoltaico	40
Cómo calcular la energía producida	41
Cómo determinar la radiación solar Ens	42
Cómo compensar las pérdidas de rendimiento	42
Calcular los paneles solares y su tamaño para una instalación fotovoltaica.....	44
Metodología y Desarrollo del Proyecto	45
Materiales para la construcción del sistema de energía fotovoltaica.....	46
Panel Solar	47
Baterías	49
Inversor de corriente	49

	9
Accionadores.....	50
Cálculo de potencias	52
Potencia aproximada del sistema a implementar	53
Instalaciones eléctricas.....	53
Propuesta.....	57
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Anexos	70

Índice de Figuras

Figura 1. Generación eléctrica	23
Figura 2. Instalaciones eléctricas	25
Figura 3. Placas Solares	26
Figura 4. Inversor solar	27
Figura 5. Batería para panel solar	28
Figura 6. Regulador de carga	30
Figura 7. Estructura y soporte	31
Figura 8. Célula solar fotovoltaica	32
Figura 9. Sistema interconectado a la red.	37
Figura 10. Panel solar	40
Figura 11. Inspección de las instalaciones	47
Figura 12. Panel Solar a instalar	48
Figura 13. Inspección del posible lugar a ser instalado el panel solar (techo escuela)....	48
Figura 14. Batería para el sistema fotovoltaico.	49
Figura 15. Inversor de corriente.....	50
Figura 16. Accionadores	51
Figura 17. Implementación del gabinete de control fotovoltaica.	51
Figura 18. Implementación del sistema eléctrico dentro de la institución.....	54
Figura 19. Implementación caja térmica de mando a tomacorrientes e interruptores.	55
Figura 20. Implementación de tomacorrientes e interruptores en la institución.....	55
Figura 21. Implementación caja térmica de mando a tomacorrientes e interruptores.	56
Figura 22. Corrida de iluminación implementada.	56
Figura 23. Ubicación del Guarumal.....	57

Figura 24. Socialización del proyecto.....	58
Figura 25. Instalación del panel solar	59
Figura 26. Instalación de componentes del sistema eléctrico fotovoltaico.....	60
Figura 27. Comprobación del funcionamiento del sistema fotovoltaico	61
Figura 28. Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico en planta alta.	62
Figura 29. Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico en planta baja.	62
Figura 30. Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico externo 1.....	63
Figura 31. Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico externo 2.....	63
Figura 32. Evidencia capacitación impartida a la coordinadora de la comunidad.	64
Figura 33. Representación gráfica de la localidad donde se realizó el proyecto	70
Figura 34. Socialización del proyecto con toda la comunidad.	70
Figura 35. Representación gráfica de la instalación del panel solar y sus dispositivos...	71
Figura 36. Representación gráfica de las pruebas de la carga.	71
Figura 37. Representación gráfica de los resultados obtenidos 1.....	72
Figura 38. Representación gráfica de los resultados obtenidos 2.....	72
Figura 39. Representación gráfica de los estudiantes de la institución.	73
Figura 40. Representación gráfica de la entrega de la placa del proyecto.	73
Figura 41. Representación gráfica de la entrega de la placa del proyecto.....	74

Índice de Tablas

Tabla 1. Perdidas de rendimiento.....	43
Tabla 2. Materiales para la construcción del sistema fotovoltaico	46
Tabla 3. Parámetros eléctricos de los inversores.	52
Tabla 4. Potencias aproximadas del sistema eléctrico.	53
Tabla 5. Factor demanda del sistema eléctrico.	53

Resumen

La energía solar fotovoltaica es una gran iniciativa para ser usada en sistemas aislados en especial en poblaciones rurales muy alejadas de las grandes ciudades, en donde se puede entregar energía eléctrica generada por medio de los paneles solares a bajas tensiones en corriente continua; se transforma por medio de un inversor en corriente alterna; mediante un centro de transformación se eleva a media tensión y se inyecta en el sistema eléctrico a ser utilizado, contribuyendo a la generación limpia y al cuidado del medio ambiente. Para determinar la factibilidad del proyecto se tomarán en consideración diferentes zonas de la provincia de Pichincha con máximo y mínimo recurso energético para lo cual se realiza una investigación y búsqueda de una población rural alejada de la ciudad que carece de energía eléctrica para beneficiar con la dotación paneles solares y por medio de ellas un suministro de energía eléctrica para la comunidad. El proyecto se enfocó especialmente en la población más vulnerable entre niños jóvenes y adolescentes en edad de escolar, los mismos que abandonan sus estudios por falta de infraestructura educativas en las localidades de residencia, en este caso de la investigación contaban con infraestructura, pero carecían de energía eléctrica esencial para su desarrollo complementario en el uso de la tecnología.

La falta de este recurso hacía que los estudiantes presenten problemas de salud visual y retraso en el conocimiento tecnológico, por lo cual en comunidad el Guarumal parroquia Rural de Chiriboga kilómetro 38 antigua vía a Santo Domingo de los Tsáchilas se implementó en la Escuela José Joaquín de Olmedo un panel solar que genera energía eléctrica y de esta manera contribuye con el desarrollo de los pobladores del sector en especial de los estudiantes.

Palabras Clave:

Generación de Energía Fotovoltaica, Paneles Solares, Conexión de Paneles, Técnico, Procedimiento.

Abstract

Photovoltaic solar energy is a great initiative to be used in rural populations far away from large cities, where electricity generated by solar panels can be delivered at low voltages in direct current; is transformed by means of an inverter into alternating current; by means of a transformation center it rises to medium voltage and is injected into the electrical system to be used, contributing to the clean generation and to the care of the environment. To determine the feasibility of the project, different areas of the province of Pichincha were considered with maximum and minimum energy resource for an investigation and search for a rural population far from the city that lacks electricity to benefit from the provision of solar panels and through them an electric power supply for the community. The project focused especially on the vulnerable population among young children and adolescents of school age, who drop out of school due to the lack of educational infrastructure in the localities of residence, in this case of research they had infrastructure, but lacked electrical power essential for the complementary development in the use of technology.

The lack of this resource caused students to present visual health problems and delay in technological knowledge, wherefore in community the Guarumal parish Rural of Chiriboga kilometer 38 ancient road to Santo Domingo de los Tsáchilas was implemented in the School José Joaquín de Olmedo a solar panel with the necessary electrical devices as battery, investor and assurances that generate electricity, thereby contributing to the development of the community.

KEYWORDS: Photovoltaic Energy Generation, Solar Panels, Panel Connection, Technician, Procedure.

Introducción

Para entender la gravedad del problema sobre las condiciones de Infraestructura y su incidencia en los aprendizajes infantiles, a nivel latinoamericano Duarte, Jaureguiberry y Racimo (2017) mencionan que:

Por medio del reporte temático del TERCE (Suficiencia, equidad y efectividad de la infraestructura escolar en América) que evidentemente una escuela muy bien dotada de todas las condiciones constructivas, organización de espacios tanto abiertos como cerrados para el desarrollo de actividades pedagógicas y recreativas, así como también con los debidos servicios en electricidad, telefonía e internet y el equipamiento, mobiliario y materiales adecuados, garantizan plenamente los aprendizajes infantiles; sin embargo, en la región los sistemas educativos no logran alcanzar esta realidad tan necesaria.

En tal sentido, los países de América Latina continúan manteniendo problemas en torno a la calidad de las escuelas por la falta de condiciones de infraestructura, ni se diga en condiciones de equidad y justa repartición de los recursos para los planteles educativos, pues evidentemente las familias pobres han sido las que menos acceso tienen a una escuela bajo condiciones de habitabilidad dignas. Se concluye por tanto que este problema radica en la insuficiente prioridad otorgada a la educación desde los diversos gobiernos.

Por mucho tiempo la deficiente calidad de la educación se ha visto enmarcada desde problemas de analfabetismo, bajos índices de apoyo a la adecuada formación y capacitación docente, 7 altos porcentajes de repetición y deserción escolar e inclusive en términos de infraestructura escolar, equipamiento, mobiliario, servicios y recursos. En tal sentido la educación en el país no era un aspecto a tratarse de manera urgente, inclusive no adquiriría una inversión estatal considerable y significativa, por lo tanto, las

condiciones en las que se manejaba eran totalmente inadecuadas y deplorables. (p.7).

Es necesario que los planes de transformación del sistema educativo, el Ministerio de Educación como ente promulgador de la calidad de la educación, se enfoque en mejorar las infraestructuras a los establecimientos ya existentes de bajos recursos que se encuentran en las zonas alejadas del Distrito Metropolitano que Quito y en donde se encuentra una población estudiantil importante para la sociedad;

La página del Ministerio de Educación (s.f.) respecto a la nueva Infraestructura Educativa señala lo siguiente:

El Programa de Nueva Infraestructura Educativa tiene como objetivo dotar a las instituciones educativas públicas, de infraestructura, equipamiento y mobiliario para incrementar el acceso de la población en edad escolar que está fuera del sistema educativo y mejorar la calidad de la infraestructura actual existente para reducir los riesgos de los estudiantes que se encuentran en el sistema educativo público. (párr. 1)

Lo mencionado por el Ministerio de educación respecto a la Infraestructura Educativa no se cumple en un cien por ciento, por lo cual nace la necesidad de ciertas comunidades aledañas a la ciudad de Quito de poseer energía sustentable y continua para la población educativa la cual viene a ser la parte más afectada por la falta de este recurso indispensable para su desarrollo cognitivo y social.

Para esto se está promoviendo la EDUCACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES en la ciudad de Quito como nos indica en la publicación de la página del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables en la que dice:

Con una inversión de casi USD 72 000, la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) implementa la “Red Interactiva de Centros Educativos Solares” (RICES), un proyecto busca fomentar el conocimiento, valoración y el uso de energías alternativas en alrededor de 60 000 niños y

jóvenes de 20 instituciones educativas fiscales y municipales del Distrito Metropolitano de Quito, para lograr este objetivo, la EEQ firmó en el 2020, convenios de cooperación institucional con el Ministerio de Educación y la Subsecretaría de Educación del Distrito Metropolitano de Quito (SEDMQ) para la entrega en comodato de 15 sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red de distribución eléctrica. (p.1).

Lamentablemente este proyecto no llega a las unidades educativas de las parroquias aledañas a la ciudad de Quito en donde existe la necesidad de contar con energía eléctrica para el desarrollo de la población estudiantil, de esta manera tratar de frenar la deserción de los estudiantes por falta de infraestructura en los centros de educación.

Antecedentes

La generación de energía eléctrica, es un proceso demasiado costoso, pero sobre todo es un proceso que agota cada vez más los recursos naturales con los que contamos, además la distribución a las regiones más apartadas también generan grandes costos, así como también su mantenimiento por lo que es necesario buscar alternativas para la obtención del recurso energético de una manera mucho más limpia sin ser tan costoso y sobre todo cuidar los recursos que se encuentran en peligro de que se terminen.

El Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva tiene presente el cuidado ambiental y la falta de los recursos naturales no renovables, lo que genera la falta de servicio de energía eléctrica en algunas poblaciones, por esta razón tomamos la decisión de diseñar un sistema fotovoltaico que suministre de energía eléctrica a la Escuela José Joaquín de Olmedo ubicado en el kilómetro 38 vía antigua a Santo Domingo de los Tsáchilas.

Este sistema consta de un sistema foto voltaico el cual incluye batería, inversor, cableado para alimentación y breakers de seguridad y panel solar el cual suministrará de energía eléctrica a la unidad educativa, contribuyendo con el desarrollo y beneficio de la población y la sociedad preservando el medio ambiente.

La electrificación en las escuelas rurales apartadas de las grandes ciudades es una prioridad ya que no debemos excluir a los niños, jóvenes y adolescentes de estas poblaciones de un elemento tan esencial para que tengan una educación integral de calidad y calidez, mejorando la vida de toda la comunidad.

Justificación

A lo largo de la historia la energía solar ha sido una de las fuentes de energía más utilizadas directa o indirectamente, a más de proporcionar luz, calor y dar vida a distintas especies animales y vegetales ha contribuido con el desarrollo de la tecnología mediante paneles fotovoltaicos los cuales proporciona energía al obtener y convertir la luz solar en electricidad basada en el efecto fotoeléctrico.

Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producir en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas las cuales son enormes campos de captación de la luz solar, así de esta manera la energía solar, es la energía obtenida mediante el calor emitido por el sol.

La radiación solar que alcanza la tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación, por ejemplo, en dispositivos ópticos o de otro tipo y materiales especiales que al momento de detectar calor generan energía renovable particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde.

La energía solar presenta la gran ventaja de que el Sol brinda una fuente energética inagotable. Las instalaciones para su aprovechamiento no contaminan la atmósfera, no producen gases de efecto invernadero ni tampoco contaminación del agua. Además, no produce contaminación acústica, ya que su generación es silenciosa por tal razón es de suma importancia el aprovechamiento de este recurso en su gran magnitud para contribuir con un planeta libre de contaminación.

La ventaja de las energías renovables es que pueden conectarse en estos lugares aislados, una vez instalado el sistema, el mismo puede operar y no hace falta un flujo de combustible para asegurar el acceso a la electricidad de estas personas, esto beneficiará a la población rural, así

como también a los pobladores de lugares aledaños que dependen para su desarrollo de una fuente de energía. Las instituciones educativas que integren paneles fotovoltaicos como fuente generadora de electricidad serán ampliamente beneficiadas, además no solo el beneficio es en la ciudad, también en aquellas comunidades aisladas donde las escuelas rurales no tienen acceso a la energía eléctrica, existen numerosas iniciativas de energía solar para suministrar electricidad a en varias áreas productivas, sin embargo las escuelas deberían ser la prioridad para obtener energía limpia para el desarrollo integral de un país.

La energía solar es más estable, segura y beneficiosa tanto para las escuelas como para el medio ambiente, la energía tiene una relación directa en las tres dimensiones de desarrollo sustentable; ambiente, economía y primordialmente en la estabilidad estudiantil, si bien los Paneles Fotovoltaicos son una buena opción para las instituciones educativas cuya finalidad tiene tres objetivos principales con la colocación de estos como dar a conocer a los estudiantes que existen varias alternativas de energía no contaminantes y sustentables, concientizar a los alumnos sobre el cuidado del medio ambiente y Mitigar los costos de consumo de luz.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir un Sistema Fotovoltaico para la alimentación de Energía Eléctrica en la Unidad Educativa José Joaquín de Olmedo de la comunidad el Guarumal con el fin de contribuir con el desarrollo cognitivo y social de la población estudiantil, en el periodo octubre 2021 – marzo 2022.

Objetivos Específicos

- Investigar sobre los diferentes elementos que intervienen en la elaboración de un sistema fotovoltaico.
- Diseñar un sistema fotovoltaico que permita el suministro de energía eléctrica capaz que abastezca al consumo de la Unidad Educativa José Joaquín de Olmedo de la comunidad el Guarumal.
- Realizar las pruebas de carga medida e instalada del sistema fotovoltaico aplicando instrumentos de medición.

Marco Teórico

Electricidad

La electricidad es un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento e interacción entre las cargas eléctricas positivas y negativas de los cuerpos físicos, es una forma de energía que se manifiesta con el movimiento de los electrones de la capa externa de los átomos que hay en la superficie de un material conductor, la electricidad es un fenómeno íntimamente ligado en la materia y a la vida, el movimiento de las cargas eléctricas a través de un medio conductor se conoce como corriente eléctrica y se origina en poner en contacto dos elementos entre los que hay una diferencia de potencial, la corriente eléctrica genera también calor. (Duffin, 2019)

Cuando las cargas eléctricas fluyen a través de un material conductor, chocan con sus átomos, los electrones ceden una parte de la energía que contienen y los átomos ganan velocidad, la cual se manifiesta a través del calor. La corriente eléctrica continua es aquella que fluye de un punto a otro siempre en el mismo sentido. La corriente de una pila o batería es del tipo continuo. La corriente alterna es aquella que fluye de un punto a otro cambiando de sentido periódicamente. La electricidad comercial a gran escala procede de generadores que producen corriente alterna. (p.36)

La electricidad además de ser un servicio, es una necesidad básica a la hora de realizar una gran cantidad de actividades en la vida diaria. (Joseph, 2020) La energía es de vital importancia para el desarrollo social y humano, en la actualidad sería casi imposible sobrevivir sin electricidad, puesto que está presente casi en todo: fábricas, oficinas, hospitales, centros de emergencias, entretenimiento, iluminación, labores del hogar, etc.; muchas veces nos damos cuenta de su importancia solo cuando carecemos del servicio.

Generación Eléctrica

La generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica en energía renovable y no renovable, la electricidad se crea en centrales capaces de obtener energía eléctrica a partir de energías primarias. (Saldaña, 2009) Las llamadas energías primarias renovables son el viento, la radiación solar, las mareas y las no-renovables son el carbón, el gas natural, el petróleo, las empresas construyen centros de generación de energía y son propietarias (totalmente o en parte) de las llamadas centrales eléctricas y las infraestructuras. Estas venden la energía generada a las compañías que las comercializan (comercializadoras). (p.29)

Las oportunidades para explotar las energías renovables, históricamente tienen un flujo energético categorizado en energía primaria, ejes de transformación. Las energías renovables pueden estar presentes en estos ejes. Las oportunidades no solo están en la generación de energía eléctrica en el sistema interconectado, sino que el consumidor tiene oportunidad de hacer autoconsumo.

Figura 1.

Generación eléctrica



Nota. Generación eléctrica (Saldaña, 2009) Estudio y análisis de estabilidad de tensión para un sistema de generación

La electricidad tiene un sinnúmero de aplicaciones tanto para uso doméstico, industrial, medicinal y en el transporte. Solo para citar se puede mencionar a la iluminación y alumbrado, electrodomésticos, producción de calor, electrónica, robótica, telecomunicaciones, señales luminosas, climatización, máquinas frigoríficas, electrosoldadura, electroimanes, electroquímica, electroválvulas. También se aplica la inducción electromagnética para la construcción de motores movidos por energía eléctrica, que permiten el funcionamiento de innumerables dispositivos. (Gérardin, 2014)

Instalaciones Eléctricas

Una instalación eléctrica es aquel conjunto de circuitos eléctricos concebido para dotar de energía eléctrica a edificios, inmuebles, infraestructuras, oficinas, etc. Una instalación de este tipo incluye todos los equipos, cables y microsistemas necesarios para dotar de energía al espacio y permitir la conexión de diferentes aparatos eléctricos, como concepto más amplio, la instalación eléctrica define aquel conjunto de sistemas energéticos capaces de generar, transmitir, distribuir y recibir energía eléctrica para su posterior uso. (Francis, 2011) Sin embargo, a la hora de optar por una instalación eléctrica, siempre será recomendable atender a los diferentes tipos existentes. (p.46)

Las instalaciones eléctricas son el sistema de conexiones que tiene como objetivo conducir y distribuir la corriente eléctrica, desde el servicio eléctrico hasta la última salida eléctrica. El diseño de las instalaciones eléctricas es uno de los pasos más importantes en la distribución de la energía. (Francis, 2011)

Figura 2.*Instalaciones eléctricas*

Nota. Instalaciones eléctricas (Francis, 2011) Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales. Editorial Paraninfo.

Placas Solares

Las placas solares, también conocidas como módulos fotovoltaicos, son componentes que están compuestos por un conjunto de células solares que les permiten transformar la radiación solar en electricidad. (Carreras, 2019) Existen tres tipos de paneles solares que vienen definidos por la fabricación de las células que los componen, y son: de silicio cristalino (monocristalinos y policristalinos) y amorfas. (p.72).

Los paneles solares fotovoltaicos constan de multitud de celdas, llamadas células fotovoltaicas, que convierten la radiación solar en electricidad. Se genera electricidad debido al efecto fotovoltaico que provoca la energía solar (fotones), generando cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de distinto tipo, lo que genera un campo eléctrico que producirá corriente eléctrica.

La energía solar está cada vez más presente en nuestras vidas y es uno de los grandes protagonistas hacia la transición renovable. Los paneles solares fotovoltaicos de silicio se dividen en monocristalinos y policristalinos. (Carreras, 2019)

Figura 3.*Placas Solares*

Nota. Placas Solares Instalaciones eléctricas (Carreras, 2019) Paneles solares: generadores de energía eléctrica

Características

- **Intensidad de cortocircuito (I_{cc} o I_{sc}):** es aquella que se produce a tensión 0 voltios, por lo que puede ser medida directamente en bornes mediante un amperímetro. Su valor variará en función de las condiciones atmosféricas de medida.
- **Tensión de circuito abierto (V_{ca} o V_{oc}):** es la tensión máxima del panel, se puede medir al no tener ninguna carga conectada, directamente con un voltímetro, su valor variará en función de las condiciones atmosféricas.
- **Potencia máxima (P_{max}),** medida en vatios pico (W_p): es la potencia máxima que puede suministrar el panel, es el punto donde el producto intensidad y tensión es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.
- **Corriente en el punto de máxima potencia (I_{mp}):** es la corriente producida cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.

- **Voltaje en el punto de máxima potencia (V_{mp}):** es la tensión producida cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.
- **Eficiencia (%):** este parámetro nos define la eficiencia de conversión (η), la cantidad de potencia radiación incidente sobre el panel que es capaz de convertirse en potencia eléctrica.

Inversor Solar

El inversor solar es el encargado de convertir la corriente continua (energía que producen los módulos fotovoltaicos) en corriente alterna. Se trata de un elemento indispensable en cualquier instalación fotovoltaica, ya sea de conexión a red o instalaciones aisladas. Hay varios tipos de inversores que se clasifican en función de si tu instalación se encuentra conectada a la red eléctrica o es una instalación aislada. (p.26).

Un inversor es un dispositivo que cambia o transforma una tensión de entrada de corriente continua a una tensión simétrica de salida (senoidal, cuadrada o triangular) de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. (Castro, 2018).

Figura 4.

Inversor solar



Nota. Inversor solar (Castro, 2018)“Energías renovables”.

Baterías solares

Las baterías solares son dispositivos que nos permiten almacenar la energía que generamos a través de los paneles solares para hacer uso de la misma en días lluviosos o nublados cuando las placas no están en funcionamiento. (Fernandez, 2018) La instalación de baterías será fundamental en instalaciones no conectadas a red y conectadas a red si tienes grandes consumos durante las horas nocturnas. (p.38).

Las baterías Monoblock están destinadas a pequeñas instalaciones solares y donde se busque una relación calidad-precio equilibrada. Este tipo de baterías es adecuado para utilizar en pequeñas instalaciones fotovoltaicas aisladas (por ejemplo: con iluminación, televisor, ordenador y frigorífico) y que no lleven motores.

Figura 5.

Batería para panel solar



Nota. Batería solar (Fernandez, 2018) Instalación de la cubierta de paneles solares, energía solar fotovoltaica

En qué consiste el funcionamiento de una batería solar

Las baterías solares se encargan de acumular energía eléctrica y proporcionártela cuando los paneles solares no están produciendo electricidad o la cantidad que necesitas. Esto se lo hace en el

momento en el que las placas solares producen una cantidad de energía mayor a la que consumes, esta se utiliza para cargar las baterías. Esto ocurre, por ejemplo, si hace sol y poco viento.

Regulador de Carga

El regulador de carga es un elemento de suma importancia ya que es el encargado de que la instalación con baterías funcione adecuadamente. Este componente tiene la función de prevenir las situaciones de carga y sobre descarga de las baterías, alargando la vida útil de las mismas, así como de asegurar que haya bastante suministro de energía en la batería para evitar que se descarguen. (p.57).

El regulador de carga es una pieza muy importante en las instalaciones fotovoltaicas. Se trata del dispositivo encargado de controlar continuamente el estado de carga de las baterías, así como de regular su intensidad de carga. (Hoyos, 2010)

Estados de carga posibles:

- **Fase BULK:** la batería está descargada y toda la corriente producida en el campo fotovoltaico es inyectada en las baterías, incrementándose la tensión en la batería a medida que ésta se va llenando.

- **Fase ABSORCIÓN:** cuando la tensión de la batería alcanza la tensión de absorción (en las baterías de plomo-ácido abiertas 14,4V y en las baterías AGM y en las baterías GEL 14,1V), el regulador de carga solar mantiene la tensión ligeramente por debajo de dicho valor y va reduciendo la corriente hasta que la batería está prácticamente llena.

- **Fase de FLOTACIÓN:** en esta fase la tensión se reduce a la tensión de flotación (generalmente 13,5 V) y la corriente inyectada se reduce hasta que la batería se llena por completo

Toda la energía que se genere mayor a la energía que es posible inyectar en la batería se pierde por efecto Joule (calor) en el regulador. Por tanto, el regulador de carga solar es un

dispositivo que protege la batería contra sobrecargas, llenándola según le resulte más conveniente en cada momento.

Generalmente, los reguladores solares necesitan programarse para indicarle el tipo de baterías, la capacidad de las mismas y las tensiones de funcionamiento. Contáctanos para que te indiquemos cómo hacerlo en tu regulador. (Lazo, 2012)

Figura 6.

Regulador de carga



Nota. Regulador de carga (Hoyos, 2010)Experiencias de electrificación fotovoltaica

Estructuras y Soportes

Las estructuras y soportes son dispositivos que permiten colocar las placas solares en el tejado y poder sacar el máximo rendimiento de tu instalación. (Villena, 2009)Normalmente se clasifican en fijas y móviles y suelen estar fabricadas con materiales muy resistentes para soportar el desgaste de las condiciones climatológicas adversas (lluvias torrenciales, nieve, fuerte vientos, etc). (p.44). Las estructuras paneles solares se diferencian en dos tipos: Estructuras fijas: son muy usadas en el sector de los paneles fotovoltaicos planos. Proporcionan a los módulos una inclinación estable, definida por la latitud de la zona geográfica para llevar al máximo la eficacia de la instalación.

Figura 7.*Estructura y soporte*

Nota. Estructura y soporte (Villena, 2009) “Energías renovables”

Energía solar fotovoltaica

Ésta se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos. (González, 2019) La capacidad energética del Sol, la cual perdurará durante millones de años, así como la privilegiada ubicación de México en el globo terráqueo, provoca que el territorio nacional destaque en el mapa mundial de territorios con mayor promedio de radiación solar anual, con índices que van de los 4.4 kWh/m² por día en la zona centro, a los 6.3 kWh/m² por día en el norte del país.

Celda solar fotovoltaica

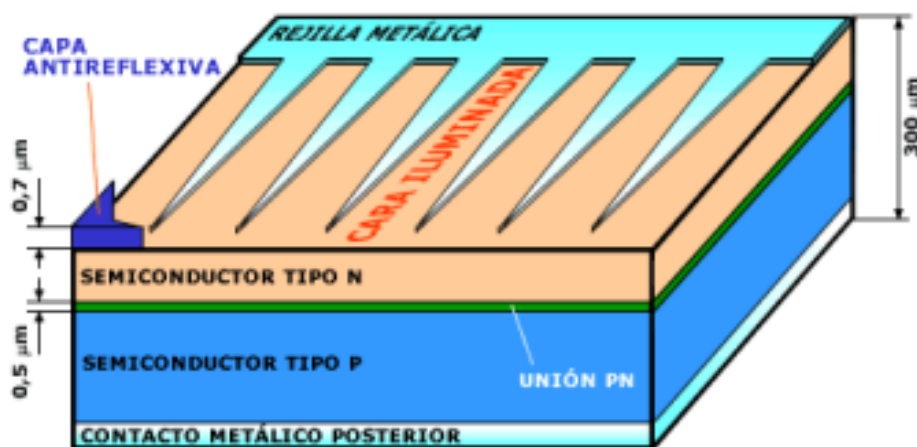
Las celdas fotovoltaicas son elementos que producen electricidad al incidir la luz sobre su superficie; la fuente de luz utilizada generalmente es el sol. Estas celdas también son conocidas como baterías solares, fopilas o generadores helio voltaico. Dado que cada elemento puede

generar una cantidad reducida de electricidad, en sus orígenes se destinaron a alimentar consumos pequeños con requerimientos particulares, como los de la exploración espacial. (Monsolar, 2010)

Las partes más importantes de la celda solar son las capas de semiconductores, ya que es donde se crea la corriente de electrones. Estos semiconductores son especialmente tratados para formar dos capas diferentemente dopadas (tipo p y tipo n) para formar un campo eléctrico, positivo en una parte y negativo en la otra, en la figura 8 se ilustran los componentes de una celda fotovoltaica. Cuando la luz solar incide en la celda, se liberan electrones que pueden ser atrapados por el campo eléctrico formando así una corriente eléctrica. (Monsolar, 2010) Es por ello que estas celdas se fabrican a partir de este tipo de materiales, es decir, materiales que actúan como aislantes a bajas temperaturas y como conductores cuando se aumenta la energía. Desafortunadamente no hay un tipo de material ideal para todos los tipos de celdas y aplicaciones.

Figura 8.

Célula solar fotovoltaica.



Nota. Célula solar fotovoltaica. (Monsolar, 2010). Componentes de una celda fotovoltaica.

Además de los semiconductores, las celdas solares están formadas por una malla metálica superior u otro tipo de contrato para recolectar los electrones del semiconductor y transferirlos a la carga externa, y un contacto posterior para completar el circuito eléctrico. También en la parte superior de la celda hay un vidrio u otro tipo de material en capsulante transparente para sellarla y protegerla de las condiciones ambientales, y una capa anti reflexiva para aumentar el número de fotones absorbidos. (Poveda, 2015)

Tipos de celdas fotovoltaicas.

Celda de silicio monocristalina.

La fabricación de esta celda consiste en lo siguiente: Al enfriarse, el silicio fundido se solidifica formando sólo un único cristal de grandes dimensiones. (Perpiñán, 2020) Luego se corta el cristal en delgadas capas que dan lugar a las celdas. Estas celdas generalmente son un color azul uniforme.

Ventajas:

- Buen rendimiento de 14% al 16.5%.
- Buena relación $W_p \text{ m}^2$ (~150 WC/m², lo que ahorra espacio en caso necesario).
- Número de fabricantes elevado.

Desventajas:

- Costo elevado

Celda de silicio policristalina.

Una celda fotovoltaica basada en silicio policristalino, en su fabricación, el silicio en bruto se funde y se vierte en un molde cuadrado. (Perpiñán, 2020). La fotocelda es de aspecto azulado, pero no es uniforme, se distinguen diferentes colores creados por los diferentes cristales.

Ventajas:

- Celdas cuadradas (con bordes redondeados en el caso de monocristalino) que permite un mejor funcionamiento en un módulo.
- Eficiencia de conversión óptima, alrededor de 100 Wp/m², pero un poco menor que en el monocristalino.
- Lingote más barato de producir que el monocristalino.

Desventajas:

- Bajo rendimiento en condiciones de iluminación baja.

Celda de silicio amorfo

Estas celdas son manufacturadas mediante la colocación de una fina capa de amorfo (no cristalino) de silicio sobre una amplia variedad de superficies. (Perpiñán, 2020). Estas son las menos eficientes y menos costosas de producir; debido a la naturaleza amorfa de la capa fina, es flexible, y si se fabrica sobre una superficie flexible, el panel solar entero puede ser flexible. Una característica de las celdas solares amorfas es que su potencia se reduce con el tiempo, especialmente durante los primeros meses, después de los cuales son básicamente estables.

Ventajas:

- Celdas flexibles.
- Bajo costo de producción.
- Ligeras.

Desventajas:

- Baja eficiencia.
- Baja potencia.

Panel fotovoltaico

Un panel fotovoltaico es la agrupación de dos o más módulos conectados en serie o paralelo y que están montados en una misma estructura, normalmente conectados a un mismo inversor central (también pudiendo tener un microinversor cada módulo del panel).

(Pimienta, 2009)

Arreglo fotovoltaico.

En ocasiones el área requerida para la instalación del sistema fotovoltaico está dispersa por las instalaciones, entonces se tendrán que instalar sistemas fotovoltaicos que generen energía eléctrica para un mismo fin. Un arreglo fotovoltaico no es más que la agrupación de paneles fotovoltaicos trabajando para un mismo fin, un mismo proyecto. (Pimienta, 2009)

Sistemas fotovoltaicos:

Los sistemas fotovoltaicos son plantas generadoras de electricidad que sirven para generar energía eléctrica por medio de la radiación proveniente del sol. (Vela, 2016) Están compuestos de varios elementos dependiendo del tipo de sistema, sin embargo, todos los sistemas fotovoltaicos tienen en común que requieren de módulos fotovoltaicos para convertir la radiación del sol en energía eléctrica comúnmente conocidos como paneles solares. Básicamente son tres sistemas fotovoltaicos:

Sistemas interconectados a la red.

Estos sistemas son los más económicos, no obstante, forzosamente deben estar conectados a la red eléctrica nacional (CFE). Estos sistemas requieren muy bajo mantenimiento. En la mayoría de los casos, el mantenimiento requerido se limita a la limpieza de los paneles solares para eliminar la suciedad y el polvo.

Sistemas isla.

Son una buena opción cuando CFE no provee servicio en la zona, sin embargo, al tener más partes que los sistemas interconectados, éstos requieren mayor inversión y mantenimiento que los anteriores. Estos sistemas cuentan con paneles solares, inversores que trabajan en isla (desconectados de CFE), batería para almacenar la energía, controladores de carga y sistemas de montaje.

Sistemas híbridos.

Son una combinación de los dos tipos anteriores. Pueden funcionar tanto interconectados a CFE como en modo isla.

Sistema fotovoltaico interconectado a la red.

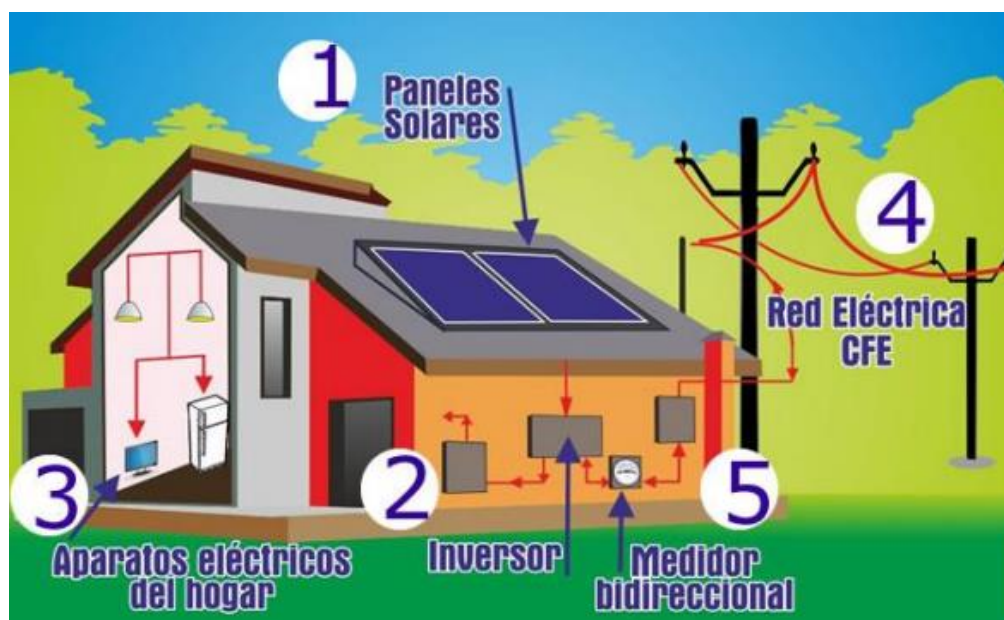
A raíz de la entrada en vigor de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía en noviembre de 2008, la CFE permite la interconexión de sistemas de energía renovable al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Para hacer uso de las ventajas que ofrecen estos sistemas, la CFE a través de un contrato de cogeneración para fuentes renovables de energía, permite la instalación de fuentes de energía renovable tanto en pequeña escala (potencia máxima instalada $\leq 30\text{kW}$) como en mediana escala (potencia máxima instalada $> 30\text{ kW}$) para aplicaciones de autoabastecimiento de energía eléctrica en las instalaciones particulares de los usuarios. (Rojas, 2018)

Los sistemas interconectados a la red requieren necesariamente interconexión con la red eléctrica nacional para operar; una ventaja de estos sistemas es no requerir el uso de baterías (o acumuladores) para funcionar, lo cual los vuelve la alternativa más económica y con los requerimientos de mantenimiento más bajos de todos los sistemas. Estos sistemas únicamente operan cuando la irradiación solar incide sobre los paneles fotovoltaicos con suficiente intensidad para que estos generen la energía eléctrica necesaria para arrancar el sistema.

Es importante señalar que estos sistemas, por su diseño y características, no operan como fuentes de respaldo de energía, por lo cual no pueden abastecer sus cargas cuando falla el suministro eléctrico en la red. Durante los periodos nocturnos y de baja recepción de irradiación solar un día muy nublado, por ejemplo, la energía eléctrica es suministrada por CFE, lo cual garantiza el abastecimiento continuo de energía eléctrica. Estos sistemas tienen una vida útil de por lo menos 25 años. (Rojas, 2018)

Figura 9.

Sistema interconectado a la red.



Nota. Sistema interconectados a la red. (Rojas, 2018). Los sistemas de energía solar interconectados a la red eléctrica.

Los principales componentes que forman un sistema fotovoltaico interconectado a la red son:

- Módulos fotovoltaicos.
- Inversor para la conexión a red.

- Dispositivo de intercambio con la red eléctrica.
- Contador de energía bidireccional.

Los módulos fotovoltaicos para un sistema de conexión a la red están disponibles en capacidades de 100 Wp a 300 Wp nominales. Esta potencia corresponde a condiciones normalizadas con radiación solar de 1,000 W/m², temperatura de módulo de 25°C y sin viento. (Planas, 2018)

Costos de un sistema fotovoltaico.

Existen dos conceptos de costo que se debe tomar en cuenta al considerar la adquisición de un sistema fotovoltaico: el costo de inversión y el costo de energía. El costo de inversión de un sistema fotovoltaico depende de diversos factores, como son:

- La capacidad del sistema.
- La preparación y ejecución del proyecto, lo que incluye diseño, instalación, conexión y puesta en marcha del sistema.
- Las características tecnológicas y económicas de los componentes principalmente de los módulos y el inversor.
- Si el sistema se instala en el techo o a nivel de piso, o bien, si será un elemento integral de techos y fachadas.

El costo de energía se refiere al costo por cada kW-h de electricidad producida por el sistema fotovoltaico. En el ámbito técnico se denomina costo nivelado de energía y se puede comparar directamente contra el precio de electricidad de la red. En su determinación intervienen los siguientes factores:

- El monto de la inversión.
- La eficiencia con la cual se estará efectuando la conversión de energía solar a eléctrica.
- La localidad donde se instalará el sistema.

- La afectación por sombras.
- La vida útil del sistema.

Los sistemas fotovoltaicos requieren una importante inversión de capital inicial, pero dependen de las condiciones locales como, la normatividad, radiación solar, espacio disponible, impacto ambiental y su vida útil entre 20 y 25 años. En algunos casos, la inversión inicial se amortiza sólo por el hecho de que el costo para electrificar la zona es superior al de la instalación de un sistema fotovoltaico. (Arrieta, 2014)

En muchas ocasiones el sistema fotovoltaico presenta un costo por kW-h producido notablemente superior al costo del kW-h comprado de la red eléctrica. Por ello, la rentabilidad de la instalación depende mucho de los incentivos por parte de las administraciones públicas. (Arrieta, 2014)

Cómo calcular la cantidad de energía eléctrica generada o consumida

La cantidad de energía eléctrica se expresa en vatios hora o Wh. Se trata simplemente de multiplicar la potencia en vatios, por el tiempo durante el cual se consume o se carga. Por ejemplo, un radiador de 1000 vatios encendido durante una hora habrá consumido 1000 Wh o 1 kWh. El kWh es la unidad de medida estándar que puede encontrarse en las facturas de tu proveedor de energía (Manitas, 2020).

Para estimar la necesidad de energía de cada uno de tus aparatos, basta con multiplicar la potencia nominal en vatios por el tiempo de uso en horas.

Obtendrás en Wh la cantidad de energía mínima a producir para alimentar tus aparatos.

Cabe señalar que la potencia producida por un panel solar es mayor a mediodía que al comienzo de la mañana o a última hora de la tarde, necesitarás seguramente recurrir a una batería para almacenar la electricidad y a un conversor para alimentar tus aparatos.

Qué factores influyen en la producción de electricidad de un panel fotovoltaico

La producción de energía de un panel fotovoltaico depende tanto de la calidad del equipo, como de su entorno y del circuito que alimente.

La potencia del panel solar

Expresada en kWp o kilovatio-pico, se trata de la potencia eléctrica producida en condiciones ideales. Según la tecnología, un metro cuadrado de panel solar puede producir de 60 a 150 Wp. Una vez conocida la potencia pico podrás calcular la superficie total de paneles solares que necesitarás (Manitas, 2020).

Figura 10.

Panel solar



Nota. La figura muestra un ejemplo de panel solar.

Fuente: (Manitas, 2020)

La radiación solar de la zona

Se producen menos de kilovatios hora (kWh) por kw pico (kWp) en Galicia que en Málaga. Esta magnitud, el sol, es interesante porque permite evaluar la producción anual teniendo en cuenta el lugar donde se instala el panel a partir de la potencia pico de los paneles (Manitas, 2020).

Rendimiento de la instalación

Si el panel no está orientado al sur y con un ángulo de 30-35° con respecto a la horizontal, produce menos electricidad de la que es capaz, ya que la superficie soleada es menor. Tener en cuenta este rendimiento permite mejorar la instalación.

Cómo calcular la energía producida

La energía total producida E_p representa el número de kilovatios hora (kWh) producido por el panel en un año. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$E_p = r * Ens * PC$$

Pero lo que te interesa es calcular la potencia pico del panel que deseas comprar para cubrir tus necesidades de electricidad o vender una cierta cantidad de energía a un proveedor de electricidad (Manitas, 2020).

Al transformar la fórmula anterior, se obtiene:

$$PC \geq (E_p * FCO) / Ens$$

Con

$$FCO = 1/r$$

Y con un coeficiente de corrección para compensar las pérdidas de rendimiento.

Rendimiento de un panel

El rendimiento de un panel depende de sus componentes:

- 6% para silicio amorfo;
- 15% para silicio policristalino;
- 16 a 24% para silicio monocristalino.

Abreviaciones utilizadas

kWh: kilovatio hora

kWp: kilovatio-pico

E_p : energía total producida

r : rendimiento

E_{ns} : sol

P_c : potencia de pico

FCO : factor correctivo

Cómo determinar la radiación solar E_{ns}

Consulta el mapa de radiación solar de cada localidad. Localiza el lugar donde vayas a instalar los paneles solares, mira de qué color es la zona donde te encuentras y consulta la leyenda. En caso de duda, toma el valor de radiación solar más pequeño para mayor seguridad.

Cómo compensar las pérdidas de rendimiento

En la siguiente tabla puedes encontrar por qué factor multiplicar la producción anual del panel para compensar las pérdidas relacionadas con los problemas de orientación.

Tabla 1.

Perdidas de rendimiento

	Oeste	Suroeste	Sur	Sureste	Este
0°	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075
33°	1,111	1,042	1	1,042	1,111
45°	1,19	1,087	1,042	1,087	1,19
60°	1,282	1,136	1,099	1,136	1,282
90°	1,818	1,515	1,471	1,515	1,818

Nota. La tabla muestra las pérdidas de rendimiento existente para cada ángulo.

Fuente: (AlbaSolar, 2022)

Factor de corrección $FCO = 1/r$

Las pérdidas en la conversión, el almacenamiento en la batería o el paso por los cables, suponen un orden del diez por ciento. Dependen de tu instalación y son difíciles de evaluar con precisión sin conocer la naturaleza de cada instalación. Escoge un margen suficiente si no estás seguro (AlbaSolar, 2022).

Las placas fotovoltaicas tienen una potencia de salida que varía entre los 300 y 650 vatios, principalmente. Es decir, esta sería la potencia máxima a la que podría llegar un panel según las condiciones de medida estándar.

Es evidente, que, según la elección de la potencia, el rendimiento se verá afectado. Por ejemplo, un panel de 250 W tiene una eficiencia energética del 14,7 %, mientras que una placa de 400 W tiene un rendimiento del 20 %.

Teniendo en cuenta estos datos, hay que saber que la potencia habitual que se suele usar en una vivienda, o incluso, un huerto urbano está sobre los 350 W o 450 W. Esto dependerá del tamaño del tejado o cubierta, de la superficie en la que se vaya a realizar la instalación.

Calcular los paneles solares y su tamaño para una instalación fotovoltaica

Como la potencia y calidad de los paneles solares influyen en la producción de energía, también es conveniente saber cuántos paneles son necesarios para una instalación. Para empezar, cabe destacar que las necesidades energéticas no son las mismas para una vivienda mediana que para una nave industrial.

Y, por otro lado, en el mercado de paneles solares existen muchas opciones según sus medidas, tecnología y potencia. No obstante, para poder decidir el tamaño de las placas solares, hay que conocer la superficie disponible de la cubierta. Asimismo, hay que saber si hay obstáculos físicos o sombras, ya que limitarían su potencia (AlbaSolar, 2022).

El tamaño estándar de una placa solar suele ser de 1,7 m x 1.00 m. Aunque, esto también depende de la marca y el fabricante. No obstante, cabe indicar que esas placas tienen unas dimensiones similares en función de su tipología.

Los paneles policristalinos y monocristalinos tienen un alto de 170 a 230 cm y un ancho de 100 a 130 cm, con potencias de 300 a 650 Wp.

Finalmente, cabe indicar que también hay paneles de otras potencias con medidas diferentes a las anteriores.

En definitiva, las dimensiones de los paneles solares y su potencia están estrechamente ligadas.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

El presente trabajo se lo estudió mediante la investigación documental diversos sistemas fotovoltaicos, a continuación, se procederá a presupuestar y verificar los alcances técnicos, aportes académicos para la construcción de este trabajo. Con el fin de llevar a cabo el proyecto de investigación se utiliza los lineamientos de la investigación aplicada con el objetivo en la recolección de información búsqueda de fuentes teóricas sobre la diversidad de sistemas fotovoltaico actualmente, sus diferentes características y funcionamientos que existen. El sistema fotovoltaico genera energía limpia y renovable en beneficio de la comunidad. La metodología aplicada es de mucha importancia debido a que de esto depende un correcto desarrollo del proyecto. (Lozada, 2014), afirmó lo siguiente:

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto, además es una herramienta que, por cientos de años, ha servido a la humanidad para pasar del conocimiento teórico a la práctica. A través de esta metodología, se puede crear nuevo conocimiento comprobado en todas las áreas del pensamiento, he hecho, la investigación aplicada entra dentro de la categoría de investigación según el objeto de estudio, donde comparte con la investigación básica, analítica y de campo.

La energía eléctrica generada por un sistema fotovoltaico depende del número de horas que el sol esté brillando sobre un panel solar, así como también depende de los módulos que han sido instalados, la orientación, inclinación, la radiación solar que llegue, la calidad de la instalación y la potencia nominal.

Las celdas fotovoltaicas son los dispositivos por medio de los cuales se absorbe la energía del sol. Estos elementos de un sistema fotovoltaico son capaces de generar energía eléctrica aprovechando la luz solar que incide sobre ellos.

El sistema fotovoltaico está compuesto por un Módulo Fotovoltaico, el cual convierte la energía del solar en energía eléctrica, a su vez está conformado por la unión de diversos paneles, para dotar de la potencia necesaria a la instalación, un regulador de carga que es el encargado de unir los elementos de consumo de la instalación, se encarga de proteger a los acumuladores ante sobrecargas, también está conformado por una batería la cual acumula la energía para la instalación y un inversor de corriente el cual convierte la energía continua del sistema en energía alterna para la utilización de los aparatos eléctricos de consumo residencial con una frecuencia establecida en el país.

Materiales para la construcción del sistema de energía fotovoltaica.

En la construcción del sistema de energía fotovoltaica en la Escuela José Joaquín de Olmedo en la población del Guarumal se requirió de la adquisición de material eléctrico los cuales se describe en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Materiales para la construcción del sistema fotovoltaico

Ítem	Rubro	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Generador Solar	1	\$ 480	\$ 480
2	Acumulador o batería	1	\$ 185	\$ 185
3	Regulador de carga o inversor	1	\$ 145	\$ 145
4	Conductor	1	\$ 55	\$ 55
Inversión Total				\$ 865

Nota. La tabla muestra los materiales necesarios para la construcción del sistema fotovoltaico.

En primera instancia la construcción del sistema fotovoltaico se inicia con una inspección a las instalaciones de la Escuela José Joaquín de Olmedo de la población del Guarumal el cual se constata la falta de energía eléctrica debido a varias circunstancias por lo que se procedió de dotar de un sistema eléctrico fotovoltaico, la misma que contribuirá al desarrollo de una educación de calidad.

Figura 11.

Inspección de las instalaciones



Nota. La figura muestra la fachada e interior de las instalaciones de la institución (2022).

En segundo lugar, se procede con la recolección (compra) e implementación de cada año de los elementos del sistema fotovoltaico.

Panel Solar

De acuerdo a las características del lugar de instalación el tamaño de panel, es uno de los parámetros más importantes para lo cual se determina el tipo de cargas a ser instaladas y el lugar donde se va a colocar los paneles, también se comenta que es importante determinar si se dispone de los medios necesarios para trasladarlos. Hay paneles que son realmente grandes y cuando se los sube al tejado, se hace imposible.

Figura 12.

Panel Solar a instalar



Nota. La figura muestra el panel solar a ser instalado (2022).

Figura 13.

Inspección del posible lugar a ser instalado el panel solar (techo escuela).



Nota. La figura muestra la posible ubicación del panel solar (2022).

Baterías

Se seleccionó el tipo de batería según la carga y el panel solar que va a ser utilizado, esto debido a que la batería es de suma importancia al momento de poner en funcionamiento el sistema fotovoltaico, la cual no entrega la acumulación de energía durante un tiempo determinado, es decir que debe tener una carga rápida y una descarga pausada.

Figura 14.

Batería para el sistema fotovoltaico.



Nota. La figura muestra la batería del sistema fotovoltaico instalado (2022).

Inversor de corriente

El inversor de corriente que se utiliza fue de marca Truper el mismo que al momento de poner en funcionamiento el sistema de energía fotovoltaica el acumulador entrega la energía fotovoltaica a inversor el cual rectifica la corriente de continua a alterna entregándonos de corriente eléctrica ideal para las cargas necesarias.

Figura 15.

Inversor de corriente



Nota. La figura muestra la ubicación del inversor de corriente instalado en el sistema (2022).

Accionadores

Se utiliza accionadores de protección eléctrica los cuales permiten el paso de la energía desde el inversor hacia la caja de distribución, esto permite tener una buena protección contra cortocircuitos, evitando de esta manera las averías del sistema fotovoltaico y prolongando la vida útil del mismo.

Figura 16.

Accionadores



Nota. La figura muestra el conjunto de accionadores instalados como protección del sistema fotovoltaico (2022).

Se procede con el armado de todos los implementos, antes mencionados.

Figura 17.

Implementación del gabinete de control fotovoltaica.



Nota. La figura muestra la implementación del gabinete (2022).

Cálculo de potencias

Se utiliza un panel de células de silicio monocristalino, que presenta un mayor rendimiento respecto de las policristalinas, donde los parámetros más importantes son presentados en las características de la celda fotovoltaica:

$$\text{Potencia pico} = 230 \text{ Wp}$$

$$\text{Punto de potencia máx} \Rightarrow U_{mpp} = 30.2V \text{ y } I_{mpp} = 7.66A$$

$$\text{Radiación solar} = 1000 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Temperatura del módulo} = 25^{\circ}C$$

Espectro de la irradiancia normalizado a AM 1.5G (masa de aire 1.5 global).

Estas condiciones son ideales.

Los materiales típicamente usados en las células fotovoltaicas son:

- Silicio Monocristalino: rendimiento energético hasta 16-24%.
- Silicio Policristalino: rendimiento energético hasta 15%.
- Silicio Amorfo: rendimiento energético hasta 6%.

Los parámetros fundamentales de los inversores a utilizar son:

Tabla 3.

Parámetros eléctricos de los inversores.

Rango tensión de entrada	125V
Corriente de entrada máxima	33 ^a
Potencia nominal de salida	5KW
Potencia máxima de salida	5.4KW
Salida monofásica	230V, 50Hz

Nota. La tabla muestra los parámetros eléctricos de los inversores (2022).

Potencia aproximada del sistema a implementar

Se toma en cuenta cada uno de los circuitos que van a ser implementados como tomacorrientes, iluminación y de ser el caso algún electrodoméstico.

Tabla 4.

Potencias aproximadas del sistema eléctrico.

Circuito	Número	Potencia (W)	Potencia Total(W)
Tomacorrientes	10	180	1800
Iluminación	14	9	126
Artefacto (Computador)	1	700	700
Total	25		2626

Nota. La tabla muestra los parámetros de potencia del sistema eléctrico (2022).

Tabla 5.

Factor demanda del sistema eléctrico.

Potencia instalada	2626
Factor de demanda	0.6
Potencia demanda	1575.6

Nota. La tabla muestra los parámetros de potencia y factor de demanda del sistema eléctrico (2022).

Con esto muestra que se puede utilizar un inversor de 2KW, al obtener la potencia de demanda.

Instalaciones eléctricas

En la escuela José Joaquín de Olmedo se procede a realizar las instalaciones eléctricas de los distintos elementos que componen el sistema fotovoltaico para trasladar la energía eléctrica, de tal forma que eso permita la realización de distintos procesos, funciones y actividades.

En tercera instancia se procede con la búsqueda de cada uno de los elementos eléctricos a ser utilizados.

Y posteriormente se realiza una visita hacia las instalaciones y comenzar a implementar el sistema interno propuesto.

Luego se realiza la búsqueda de un punto fijo y céntrico para ubicar la caja térmica que va a ser utilizada para accionar cada uno de los interruptores y toma corrientes que van a ser implementados en el interior de las instalaciones de la institución.

En las infraestructuras de la escuela se instalan dispositivos eléctricos los cuales funcionan con corriente alterna y en altos voltajes, estos permiten la activación de un circuito o el cierre del sistema eléctrico, para la protección del sistema eléctrico se instala disyuntores los mismos que accionan el sistema o lo desconectan según las circunstancias.

Figura 18.

Implementación del sistema eléctrico dentro de la institución.



Nota. La figura muestra la implementación del corrido eléctrico dentro de la institución (2022).

Figura 19.

Implementación caja térmica de mando a tomacorrientes e interruptores.



Nota. La figura muestra los elementos que contiene la caja térmica implementada (2022).

Figura 20.

Implementación de tomacorrientes e interruptores en la institución.



Nota. La figura muestra un interruptor y tomacorriente implementado (2022).

Figura 21.

Implementación caja térmica de mando a tomacorrientes e interruptores.



Nota. La figura muestra la caja térmica implementada (2022).

Figura 22.

Corrida de iluminación implementada.



Nota. La figura muestra varias de las bombillas encendidas después de la implementación de las mismas (2022).

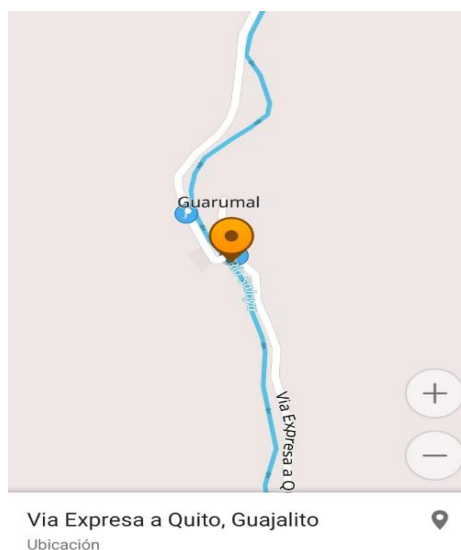
Propuesta

El proyecto práctico de titulación brinda la opción de poder aportar con los conocimientos adquiridos en las aulas de clase a la sociedad y en especial a las personas que más lo necesitan, es por eso que el lugar para desarrollar el proyecto práctico es en la comunidad del Guarumal que se encuentra ubicada a 38 km al sur de la ciudad de Quito, el ingreso inicia por Chillogallo, barrio El Tránsito continuando por la vía antigua de tercer orden que conduce a Santo Domingo de los Tsáchilas

Debido a la distancia que se encuentra esta unidad educativa no se cuenta con un suministro de energía eléctrica que ayude al desarrollo integral de los estudiantes, motivo por el cual se ve la necesidad de instalar un panel solar con la finalidad de apoyar a la comunidad mediante el “Diseño y Construcción de un Sistema Fotovoltaico para la Alimentación Eléctrica en la Escuela José Joaquín de Olmedo de la comunidad del Guarumal”.

Figura 23.

Ubicación del Guarumal



Nota. Se procede a tomar la georreferenciación de la ubicación de la población del Guarumal (2022).

En el sector se observa la necesidad de dotar a la escuela con energía eléctrica mediante paneles solares, es decir, se implementa un sistema fotovoltaico con dispositivos de control, la misma con el propósito de ayudar a los niños que continúen con sus estudios de forma normal, para el efecto el día 18 de octubre del 2021 se lleva a cabo una conversación con la señora Alicia Ortiz coordinadora de la comunidad y explicarle el tema del proyecto que se intentaba desarrollar en su comunidad en donde se programó una reunión con los moradores del sector para socializar el desarrollo del proyecto práctico de titulación en la comunidad.

Figura 24.

Socialización del proyecto



Nota. Se realiza la socialización del proyecto en reunión con la comunidad (2022).

Con fecha 27 de octubre del 2021 se lleva a cabo la reunión en el patio de la escuela en donde se expone los trabajos a ser realizados, las ventajas y beneficios que el proyecto traería para su comunidad, donde las 21 personas asistentes han estado de acuerdo a que se desarrolle el proyecto y a la vez muy agradecidos con el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva de tomarlos en cuenta para este gran propósito.

El 8 de noviembre de 2021 se realiza una nueva visita para verificar los materiales necesarios a ser utilizados en la implementación del sistema eléctrico, a partir del mes de diciembre se procede con la instalación del sistema eléctrico en el cual se instala un gabinete metálico de 55cm x 50cm x 20cm, tres disyuntores marca NSEIDER de 40 amperios, un inversor de corriente de 200w marca THRUPER, un acumulador o batería la cual su tiempo de carga es de 4 a 5 horas con una duración de 6 horas, un panel solar de 50 amp de 1,500m x 0,70m, para la conexión desde el sistema de fotovoltaico a la caja térmica de distribución se utiliza cable # 10.

Figura 25.

Instalación del panel solar



Nota. Se procede instalar el panel solar en la parte más elevada de la escuela (2022).

El equipo de generación de energía solar fotovoltaica aislada es un tipo de sistema de generación de energía que no está conectado a la red y proporciona al propietario energía del sol,

generalmente, necesita almacenar la energía fotovoltaica generada en células solares (o baterías) y permitir su uso las 24 horas del día, estos dispositivos fotovoltaicos aislados son muy adecuados lugares apartados debido al costo de construcción del sistema eléctrico en esa área es alto, especialmente en áreas rurales remotas.

Figura 26.

Instalación de componentes del sistema eléctrico fotovoltaico.



Nota. Se procede a realizar el armado de los componentes dentro del gabinete (2022).

Los dispositivos fotovoltaicos aislados generalmente se han distinguido por su voltaje de sistema (corriente continua o corriente alterna). En el sistema aislado de CC acoplado a la red, los paneles solares están conectados a través de un regulador de carga CC / CC, la instalación del sistema fotovoltaico aislado debe planificarse, investigarse y diseñarse adecuadamente, considerando principalmente los siguientes cinco factores:

Necesario para conectar a la fuente de alimentación

- Consumo de energía
- Tipo de consumo (DC, AC, monofásico, monofásica, trifásica)
- El período de uso
- Ubicación y clima.

Después de todas las implementaciones realizadas se procede a realizar en primera instancia el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico, donde se tiene buenos resultados en el mismo.

Figura 27.

Comprobación del funcionamiento del sistema fotovoltaico



Nota. La figura muestra la comprobación del correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico (2022).

Se procede de igual manera a tomar evidencia del sistema de iluminación interior/externo de las instalaciones de la institución.

Figura 28.

Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico en planta alta.



Nota. La figura muestra la comprobación del correcto funcionamiento del tendido eléctrico implementado en PA (2022).

Figura 29.

Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico en planta baja.



Nota. La figura muestra la comprobación del correcto funcionamiento del tendido eléctrico implementado en planta baja (2022).

Figura 30.

Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico externo 1.



Nota. La figura muestra la comprobación del correcto funcionamiento del tendido eléctrico implementado en el área externa 1 (2022).

Figura 31.

Comprobación del funcionamiento del tendido eléctrico externo 2.



Nota. La figura muestra la comprobación del correcto funcionamiento del tendido eléctrico (2022).

Luego de la entrega formal del proyecto a la comunidad se realiza pruebas de funcionamiento y carga las cuales no presentan inconvenientes, no se tiene ninguna novedad y el funcionamiento se desarrolló con total normalidad adicionalmente se brinda una capacitación

sobre el mantenimiento y cuidado del sistema fotovoltaico a la coordinadora de la comunidad, misma se realiza vía zoom.

Figura 32.

Evidencia capacitación impartida a la coordinadora de la comunidad.



Nota. La figura muestra la evidencia de la capacitación impartida (2022).

Conclusiones

- Mediante el proyecto se determina que el sol es una fuente inagotable de recursos para todos los seres humanos, por lo cual se toma una alternativa sustentable para poder generar energía limpia que permita aprovechar ventajas tanto económicas como ecológicas.
- Las necesidades eléctricas que la institución requiere para mejorar la calidad en la educación y el aprendizaje de los estudiantes fueron analizadas mediante el cálculo de la potencia nominal en base a la energía de consumo máximo diario y la potencia pico para determinar la cantidad de paneles fotovoltaicos en serie y paralelos.
- Se logra apreciar que los paneles al estar en una orientación e inclinación óptima aprovechan toda la radiación solar, al igual que el inversor es suficiente para la potencia nominal de cada aparato eléctrico.
- Es importante recalcar que la cantidad de baterías en serie y paralelo soportan de manera efectiva toda la carga en horas de consumo establecidas y que el regulador es el correcto en voltaje y corriente para compensar la descarga de las baterías.
- Se determina que el sistema fotovoltaico aislado puede aprovechar eficientemente la radiación con elementos ideales para su instalación en el sitio, ya que los cálculos y dimensionamiento de manera analítica corroboran la simulación con resultados positivos.

Recomendaciones

- El mantenimiento del sistema de generación consiste en retirar, una vez al mes, cualquier tipo de objeto, suciedad, que pueda afectar a la correcta producción de los paneles solares, es decir, excrementos de aves o el polvo acumulado o los restos de polución también deben ser eliminados en la medida de lo posible, ya que disminuirá la corriente eléctrica generada.
- El mantenimiento del sistema de acumulación: Es aconsejable, al menos una vez al mes, limpiar la parte superior de las baterías y bornes con una mezcla de bicarbonato sódico y agua (unos 100gr de bicarbonato por cada litro de agua). Una vez limpio, lavamos bien con agua y secamos con un trapo seco.
- Durante el proceso de la limpieza, es importante que las baterías solares estén bien cerradas para evitar que entre bicarbonato dentro de ellas.
- Realizar una inspección visual de posibles degradaciones en los paneles fotovoltaicos en el cual se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas). Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas). Es recomendable realizar la inspección cada 2 meses.
- Es de gran importancia verificar la estructura soporte de los paneles esta estructura suele estar fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo. El mantenimiento de las mismas se aconseja realizarla cada seis-doce meses.

Bibliografía

- AlbaSolar. (2022). *Calcular potencia y tamaño de panel solar*. Obtenido de <https://albasolar.es/calcular-potencia-y-tamano-de-panel-solar/>
- Arrieta, P. (2014). *Costos de un sistema fotovoltaico*. Obtenido de https://heliostrategiaecuador.com/?gclid=EAIaIQobChMI4_aExMCF9wIVgdzICh0YdAUREAAYASAAEgLz4vD_BwE
- Burbano, P. (13 de Mayo de 2013). *Didactica.com*. Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de <http://www.didactica.com/recursos/reciclaje>
- Burbano, P. (2014). *Proyectos*. Quito: Vida Nueva .
- Carreras, M. (2019). *Placas Solares*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/1_qu_es_la_electricidad.html
- Castro, T. (2018). *Inversor Solar*. Obtenido de <https://tecnosolab.com/noticias/caracteristicas-electricas-de-los-paneles-solares/#:~:text=Los%20paneles%20solares%20fotovoltaicos%20se,luz%20solar%20en%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica.>
- Duffin, W. (2019). *Aplicaciones de la electricidad*. Obtenido de <https://concepto.de/electricidad-2/>
- Fernandez, K. (2018). *Baterías Solares*. Obtenido de https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/baterias-solares-funcionamiento_1#:~:text=Las%20bater%C3%ADas%20solares%20son%20ese,noche%20o%20los%20d%C3%ADas%20nublados.

- Francis, W. (2011). *Instalaciones electricas*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/1_qu_es_la_electricidad.html
- Gérardin, F. (2014). *Aplicaciones de la electricidad*. Obtenido de Física Universitaria vol. 2 (Electricidad y Magnetismo). Editorial Pearson Educación; Madrid (España). ISBN 970-26-0512-1.
- González, R. (2019). *Energia solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mxç/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%20C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>
- Hoyos, D. (2010). *Regulador de carga*. Obtenido de <https://www.technosun.com/es/blog/que-es-regulador-carga-panel-solar-como-elegir-adecuado/>
- Joseph, J. (2020). *Origen de la electricidad*. Obtenido de Física Vol. II: Electromagnetismo y materia. Addison-Wesley Iberoamericana, cop. ISBN 0-201-06622-X.
- Lazo, N. (2012). *Estados de carga posibles*. Obtenido de <https://www.monsolar.com/blog/que-es-y-que-hace-un-regulador-de-carga-solar/>
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada*. Obtenido de <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/30>
- Manitas, F. (2020). *Cómo calcular la potencia y el tamaño de un panel solar*. Obtenido de <https://www.manomano.es/consejos/como-calcular-la-potencia-y-el-tamano-de-un-panel-solar-4506>
- Monsolar, L. (2010). *Celda solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico/celula-fotovoltaica>

- Perpiñán, O. (2020). *Tipos de celdas fotovoltaicas*. Obtenido de https://www.accion.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/?_adin=02021864894
- Pimienta, R. (2009). *Panel Fotovoltaico*. Obtenido de <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Planas, O. (2018). *Paneles Solares Fotovoltaicas_ Paneles Solares*. Obtenido de https://www.izito.com.ec/ws?q=paneles%20solares%20fotovoltaicas&asid=iz_ec_ga_1_cg1_02&mt=b&nw=g&de=c&ap=&ac=2268&cid=2059613668&aid=84578484908&locale=es_EC&gclid=EAIaIQobChMI1cLy272F9wIVROZcCh32mAxBEAAYAyAAEgLORfD_BwE
- Poveda, T. (2015). *Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas*. Obtenido de <https://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/>
- Rojas, J. (2018). *Sistema fotovoltaico interconectado a la red*. Obtenido de Sistemas fotovoltaicos. Retrieved mar, 2019, from http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf
- Saldaña, D. (2009). *Corriente eléctrica*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18646/4/UPS-GT002920.pdf>
- Vela, M. (2016). *Sistemas Fotovoltaicos*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico>
- Villena, M. (2009). *Estructuras y Soportes*. Obtenido de <https://autosolar.pe/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-regulador-de-carga-caracteristicas-y-tipos>

Anexos

Figura 33.

Representación gráfica de la localidad donde se realizó el proyecto



Nota. La figura muestra la ubicación de la localidad donde se realizó el proyecto (2022).

Figura 34.

Socialización del proyecto con toda la comunidad.



Nota. La figura muestra la socialización que hubo con la comunidad para dar a conocer algunos parámetros (2022).

Figura 35.

Representación gráfica de la instalación del panel solar y sus dispositivos



Nota. La figura muestra la instalación que se realizó del panel solar junto con sus dispositivos (2022).

Figura 36.

Representación gráfica de las pruebas de la carga.



Nota. La figura muestra la instalación que se realizó del gabinete con sus dispositivos (2022).

Figura 37.

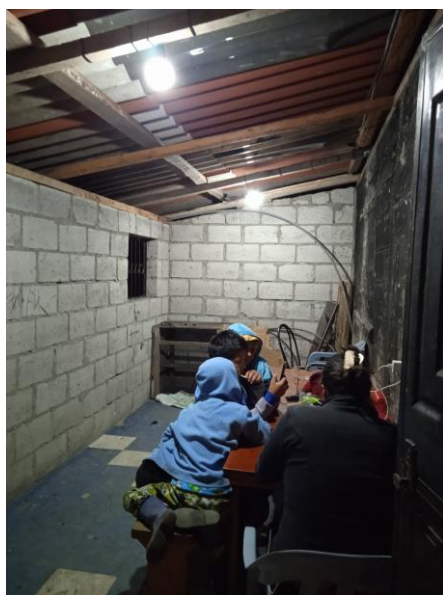
Representación gráfica de los resultados obtenidos 1.



Nota. La figura muestra las instalaciones indoor que se implementaron (2022).

Figura 38.

Representación gráfica de los resultados obtenidos 2.



Nota. La figura muestra las instalaciones indoor que se implementaron (2022).

Figura 39.

Representación gráfica de los estudiantes de la institución.



Nota. La figura muestra a los estudiantes de la institución (2022).

Figura 40.

Representación gráfica de la entrega de la placa del proyecto.



Nota. La figura muestra la evidencia de entrega del proyecto (2022).

Figura 41.

Representación gráfica de la entrega de la placa del proyecto.



Nota. La figura muestra los resultados de implementación del proyecto en la institución (2022).