



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA EN ZONA RURAL DONDE
NO LLEGA EL TENDIDO ELÉCTRICO SITUADO EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL -
COMUNIDAD MASA 2**

Trabajo de titulación previa a la obtención del

Título de ingeniero eléctrico

AUTORES: Michael Alexander Martínez Velastegui

Alberto Brayan Mora Cotto

TUTOR: Ing. Carlos Fernando Chávez Córdova, Msc

GUAYAQUIL - ECUADOR

2022

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Michael Alexander Martínez Velastegui con documento de identidad N° 0950229260 y Alberto Brayan Mora Cotto con documento de identidad N° 1207986348 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 17 de mayo del año 2022.

Atentamente,



Michael Alexander Martínez Velastegui

0950229260



Alberto Brayan Mora Cotto

1207986348

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Michael Alexander Martínez Velastegui con documento de identificación N° 0950229260, y Alberto Brayan Mora Cotto con documento de identificación N° 1207986348 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en vivienda en zona rural donde no llega el tendido eléctrico situado en el golfo de guayaquil - comuna masa 2” el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de mayo del año 2022.

Atentamente,



Michael Alexander Martínez Velastegui

0950229260



Alberto Brayan Mora Cotto

1207986348

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR

Yo, Ing. Carlos Fernando Chávez Córdova, Msc con documento de identificación N° 0919553438 docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi autoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en vivienda en zona rural donde no llega el tendido eléctrico situado en el golfo de guayaquil - comuna masa 2” realizado por Michael Alexander Martínez Velastegui con número de identificación N° 0950229260 y por Alberto Brayan Mora Cotto, con número de identificación N° 1207986348 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de mayo del año 2022.

Atentamente,



Ing. Carlos Fernando Chávez Córdova, Msc

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme salud y vida me siento muy afortunado al sentirme tan vivo y lleno de motivación en esta etapa de mi vida, a mis padres Miguel Antonio Martínez García y Bertha Emperatriz Velastegui Freire quienes son un pilar fundamental en mi vida, hicieron de mí un buen ser humano, un buen hijo, un buen hermano, a mi esposa Karolay Emily Almeida Sandoya por estar conmigo en todo momento por apoyarme darme ánimos y fuerzas para salir adelante, a mis hermanas Roxana Piedad Martínez Velastegui, Mayra Elizabeth Martínez Velastegui Y Diana Carolina Martínez Velastegui por siempre aconsejarme de continuar con mis estudios por apoyarme en mis decisiones a todos ellos muchas gracias por estar conmigo y siempre velar por mis intereses.

A todo el personal de docentes de la Universidad Politécnica Salesiana por haberme compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria y de una manera muy especial a mi tutor ing. Carlos Fernando Chávez Córdoba, Msc al Dr. Juan Carlos Lata García y al director de carrera Msc. Gary Omar Ampuño Avilés por ser parte de este logro.

Michael Alexander Martínez Velastegui

0950229260

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por bendecirme en esa etapa de mi vida y permitirme alcanzar esta meta, a mis padres Alcino Alberto Mora Castro Y Lusitania Elizabeth Cotto Rodríguez quiénes son la parte fundamental de mis éxitos, pilares de mi vida e inspiración de mi superación.

A mi tío el ing. Óscar Wellington Mora Castro quién me dio su apoyo incondicional durante mi carrera universitaria con el deseo de verme crecer como persona y como un gran profesional

A los docentes de la facultad de ingeniería de la universidad politécnica salesiana, por haberme compartido sus conocimientos técnicos y prácticos durante mi formación para ser profesional, de manera especial a mi tutor ing. Carlos Fernando Chávez Córdova, Msc al Dr. Juan Carlos Lata García y al director de carrera Msc. Gary Omar Ampuño Avilés por su ayuda su paciencia y sus conocimientos brindados.

Alberto Brayan Mora Cotto

1207986348

DEDICATORIA

Esta dedicatoria va dirigida a mis padres, a mi esposa, y a mis hermanas que siempre estuvieron conmigo apoyándome en todo momento de mi carrera, dándome ánimos, consejos y apoyándome en todo sentido, esto me sirvió de inspiración para no bajar los brazos y continuar estudiando, trabajando arduamente para culminar esta etapa universitaria que con mucho esfuerzo y perseverancia logré llegar para poder convertirme en un profesional exitoso y responsable.

Michael Alexander Martínez Velastegui

0950229260

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada principalmente a Dios por permitirme vivir y gozar junto a mi familia y seres queridos en este momento maravilloso para mí, especialmente va dedicada a mis padres que son el motor de mi vida y siempre me han motivado a no rendirme y seguir luchando hasta cumplir mis metas y mis sueños, el apoyo de mis padres, mis tíos, mis abuelos y del resto de mis seres queridos fue una base fundamental para alcanzar este logro y será mi inspiración para convertirme en un gran profesional.

Alberto Brayan Mora Cotto

1207986348

RESUMEN

La finalidad de la Universidad Politécnica Salesiana es el plan de desarrollar y llevar a cabo un sistema fotovoltaico domiciliario en la comuna "MASA 2" ubicada al sur de Guayaquil Ecuador. Cumpliendo con la utilización del sistema fotovoltaico, mismo que ha sido diseñado y puesto en marcha a cabalidad en el núcleo familiar de "MASA 2" entregando una energía renovable y sustentable, renunciando a la implementación de generadores de combustión portátiles. En el proceso de este plan o trabajo de titulación de nivel se propuso una problemática de como cubrir la necesidad que poseen los individuos que habitan en zonas o comunas, e inclusive que no cuentan con los recursos como por ejemplo redes eléctricas, agua potable y entre otros, antes se investigó por medio de visitas presenciales a los diferentes domicilios que habitan las familias de la Comuna "Masa 2" y se presencié la urgencia del recurso de la energía eléctrica pues las redes eléctricas del sector público no abastecen en dichos sectores rurales por ende se procedió a dimensionar y llevar a cabo un sistema fotovoltaico para una casa aplicado a sitios aislados en el golfo de Guayaquil, para la instalación de cada equipo y factor que conforma el sistema solar fotovoltaico se priorizó las reglas o estándares técnicos que indiquen en sus hojas técnicas (Datasheet), a lo largo del proceso del plan se verificaron las instalaciones con el diagrama unifilar así como además el adecuado uso de cada factor que conforma el sistema fotovoltaico, para los resultados de nuestro plan se comprobó con el programa de PVsyst una pequeña simulación dando los resultados anhelados, este programa ayuda a entender y visualizar de mejor forma el plan de nuestro sistema fotovoltaico, en los resultados conseguidos con el programa de PVSyst se hizo mirar el índice de 0.521 que es la interacción del rendimiento del sistema y la parte solar 0.992, además se ha podido mirar los gráficos de la producción de energía y consumos, voltajes; de carga y descargas, es aconsejable que el núcleo familiar beneficiada solicite un mantenimiento predictivo para eludir fallas a lo largo de los siguientes meses o años.

ABSTRACT

Salesian Polytechnic University's purpose is the plan to develop and carry out a home photovoltaic system in the "MASA 2" society located in the south of Guayaquil Ecuador. Complying with the use of the photovoltaic system, which has been designed and fully implemented in family nucleus of the company "MASA 2", delivering renewable and sustainable energy, renouncing the implementation of portable combustion generators. In the process of this plan or level degree work, a problem was proposed of how to cover the need of individuals who live in areas or communes, and even who do not have the resources such as electrical networks, drinking water and among others. Previously, it was investigated through face-to-face visits to the different homes inhabited by the families of the "Masa 2" Commune and the urgency of the resource of electrical energy was witnessed since the electrical networks of the public sector do not supply these rural sectors, therefore proceeded to dimension and carry out a photovoltaic system for a house applied to isolated sites in the Gulf of Guayaquil, for the installation of each equipment and factor that makes up the photovoltaic solar system, the technical rules or standards indicated in their technical sheets were prioritized (Datasheet), throughout the plan process the facilities were verified with the single-line diagram as well as the proper use of each factor that makes up the photovoltaic system. For the results of our plan, a small simulation was verified with the PVSyst program, giving the desired results, this program helps to better understand and visualize the plan of our photovoltaic system, in the results obtained with the PVSyst program, the index of 0.521 was made, which is the interaction of the performance of the system and the solar part 0.992, in addition it has been possible to look at the graphs of energy production and consumption, voltages; of loading and unloading, it is advisable that the beneficiary family unit requests predictive maintenance to avoid failures over the following months or years.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE ECUACIONES	XV
ABREVIATURAS.....	XVI
SIMBOLOGÍA.....	XVII
UNIDADES.....	XVIII
CAPÍTULO 1.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Justificación	5
1.5. Delimitación	6
1.6. Objetivos	6
1.6.1. Objetivo general	6
1.6.2. Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
2.1. Marco teórico.....	7
2.1.1. Generador de energía solar.....	7
2.1.2. Beneficios de la energía fotovoltaica	7
2.1.3. Las células fotovoltaicas	7
2.1.4. Sistema fotovoltaico.....	8
2.1.5. Funcionamiento del sistema fotovoltaico.....	9

2.1.6. Las ventajas de un sistema fotovoltaico	10
2.1.7. Componentes del sistema	11
2.1.8. Panel solar	11
2.1.9. Inversores	12
2.1.10. Estantería	12
2.1.11. Energía Eléctrica	13
2.1.12. Fórmula de la energía eléctrica	13
2.1.13. Unidades de energía eléctrica	14
2.1.14. Modelos de energía eléctrica	15
2.1.15. Fuente de alimentación.....	15
2.1.16. Sistema solar fotovoltaico	17
2.1.17. Horas de Sol Pico (H.S.P.)	17
2.1.18. SISTEMAS AISLADOS	18
2.1.19. Las emisiones de co2 que evita la energía solar	19
2.1.20. Tiempo de vida útil del panel solar	20
2.1.21. Energía solar	20
2.1.22. Cálculos de energía.....	20
2.1.23. Tamaño del panel	21
2.1.24. Controlador de carga.....	21
2.1.25. Componentes del sistema	22
2.1.26. Bastidores de montaje en matriz	23
2.2. Marco conceptual.....	26
CAPÍTULO 3.....	29
3.1. Análisis de la situación actual de la comuna masa 2.....	29
3.1.1. Servicios básicos	29
3.1.2. Educación	30
3.1.3. Salud	30
3.1.4. Acceso.....	30
3.2. Introducción a la energía fotovoltaica solar.....	31
3.2.1. Módulo fotovoltaico.....	33
3.2.2. Vida útil del sistema fotovoltaico	33
3.2.3. Tipos de paneles fotovoltaicos	33
3.2.4. Características de las baterías para el sistema fotovoltaico	35
CAPÍTULO 4.....	39

4.1. Diseño del sistema solar fotovoltaico para vivienda.....	39
4.1.1. Antecedentes	39
4.1.2. Orientación e inclinación.....	39
4.1.3. Cálculo de la inclinación óptima.....	40
4.1.4. Orientación del panel solar	40
4.1.5. Información de la familia beneficiada	41
4.1.6. Plano arquitectónico y eléctrico de la vivienda.....	42
4.1.7. Diseño UNIFILAR del sistema.....	44
4.1.8. Cálculos técnicos	45
4.1.9. Cálculo total del consumo de energía del sistema.....	46
4.1.10. Cálculo de la batería	46
4.1.11. Tamaño del panel solar	48
4.1.12. Cálculo inversor	50
4.1.13. Plantilla del circuito derivado de la familia	51
4.1.14. Software PVSYST	53
4.1.15. Simulación software PVSYST	53
4.1.16. Normativas técnicas	54
CAPÍTULO 5.....	55
5.1. Implementación del sistema fotovoltaico a la familia beneficiada.....	55
5.1.1. Antecedentes	55
5.1.2. Componentes empleados para el sistema fotovoltaico.....	57
5.1.3. Análisis de implementación del sistema fotovoltaico con el uso de PVSYST	58
5.1.4. Diseño del sistema fotovoltaico	59
5.1.5. Resultados de la simulación del sistema fotovoltaico con el uso de PVSYST.....	61
CAPÍTULO 6.....	66
6.1. Conclusiones y recomendaciones	66
6.1.1. Conclusión	66
6.1.2. Recomendaciones	67
ANEXOS	68
Estándares y normas técnicas implementadas por los equipos del sistema fotovoltaico.....	68
Factura del valor total del sistema fotovoltaico.....	70
Bibliografía.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema fotovoltaico.....	9
Figura 2. Panel solar	11
Figura 3. Sistema solar fotovoltaico	17
Figura 4. (H.S.P.).....	18
Figura 5. Energía solar térmica.....	28
Figura 6. Embarque hacia la Comuna Masa 2.....	31
Figura 7. Plano arquitectónico de la vivienda beneficiada.....	42
Figura 8. Plano eléctrico de la vivienda beneficiada	43
Figura 9. Software PVsyst	53
Figura 10. Vista específica	55
Figura 11. Vista general.....	56
Figura 12. Vista global.....	56
Figura 13. Paneles solares	57

ÍNDICE DE FIGURAS TRABAJO REALIZADO

Figura14. Traslado hacia la Comuna Masa 2. Figura 15. Instalación de puntos de luz.....	75
Figura 16. Soporte y panel solar instalado.....	75
Figura18. Instalación de protecciones	76
Figura 20. Instalación final del panel solar fuera de la vivienda beneficiada	76
Figura 21. Sistema fotovoltaico instalado dentro de la vivienda beneficiada.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica	32
Tabla 2. Panel monocristalino	34
Tabla 3. Panel policristalino	35
Tabla 4. Tipos de baterías.....	37
Tabla 5. Datos de la familia beneficiada	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. Información de artefactos eléctricos.....	41
Tabla 7. Plantilla de circuito derivado por familia	51

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Energía eléctrica.....	13
Ecuación 2: Conservación de la energía total.....	14
Ecuación 3: Unidades de energía eléctrica.....	14
Ecuación 4. Rendimiento del panel.....	35
Ecuación 5. Cálculo de inclinación óptima.....	40
Ecuación 6. <i>Cálculo del consumo del total del sistema.</i>	46
Ecuación 7. <i>Valores totales</i>	46
Ecuación 8. <i>Cálculo de la batería</i>	47
Ecuación 9. <i>Valor total del cálculo de la batería</i>	47
Ecuación 10. <i>Fórmula para el voltaje de sistema de baterías</i>	47
Ecuación 11. <i>Dimensionamiento del panel solar</i>	48
Ecuación 12. <i>Potencia nominal</i>	48
Ecuación 13. <i>Potencia pico</i>	49
Ecuación 14. <i>Número de módulos fotovoltaicos</i>	49
Ecuación 15. <i>Cálculo inversor</i>	50
Ecuación 16. <i>Número de módulos fotovoltaicos en serie</i>	51

ABREVIATURAS

AC	Corriente Alterna.
AM	Masa de Aire.
am	Antes del mediodía.
CO2	Dióxido de Carbono.
DC	Corriente Continua.
EEUU	Estados Unidos.
FV	Fotovoltaico.
HSP	Horas Solar Pico.
I	Intensidad.
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional.
IEEE	Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
MPP	Punto Máximo de Potencia.
MPPT	Punto de Seguimiento Máximo de Potencia.
pm	Después del mediodía.
PDF	Formato de Documento Portable.
PVC	Poli cloruro de Vinilo.
PVSyst	Software Potente para Sistemas Fotovoltaicos.
SFV	Sistema Solar Fotovoltaico.
Sra.	Señora.
Tv	Televisor.
β_{opt}	Ángulo de inclinación óptimo
N_s	Baterías en serie.
V_b	Voltaje de batería.
V_{sb}	Voltaje del sistema de baterías.
E_{cm}	Energía de consumo máximo.
c	Consumo.
E	Energía.

t	Horas solar Pico.
P_r	Eficiencia del sistema.
P_p	Potencia Pico.
N	Número de módulos fotovoltaicos.
P_{mod}	Potencia del módulo fotovoltaico.
N_s	Número de módulos en serie.
V_{Sb}	Voltaje del sistema de baterías.
V_{mpp}	Voltaje del MPP del módulo.
VAC	Voltaje en Corriente Alterna.
VDC	Voltaje en Corriente Directa.

SIMBOLOGÍA

°	Grados.
°C	Grados Centígrados.
°N	Norte del Ecuador.
°S	Sur del Ecuador.
°W	Oeste del meridiano de Greenwich.
%	Porcentaje.
#	Número.
\$	Dólar(es) americano.
®	Marca Registrada.
$ \theta $	Latitud del lugar.

UNIDADES

A	Amperio(s).
Ah	Amperio(s) Hora(s).
Km	Kilómetro(s).
KW	Kilowatt(s).
KW/Día	Kilowatt(s) por día(s).
KWh/Año	Kilowatt(s) hora(s) por año(s).
KWh/Día	Kilowatt(s) hora(s) por día(s).
KWh/KWp/Año	Kilowatt(s) hora(s) Kilowatt(s) pico por año(s).
KWh/m ²	Kilowatt(s) hora(s) por metro(s) cuadrado(s).
KWp	Kilowatt(s) Pico.
m	Metro(s).
m ²	Metro(s) cuadrado(s).
mm	Milímetro(s).
mm / año	Milímetro(s) por año.
mV/°C/Elem	Milivoltio(s) por Grado(s) Centígrado(s) por Elemento.
mΩ	Mili Ohmio(s).
μm	Micrómetro(s).
V	Voltio(s).
VA	Voltio(s) Amperio(s).
W	Watt(s) o Vatio(s).
W/h	Vatio(s) sobre hora(s).
Wh/día	Vatio(s) Hora(s) por día(s).
Wh/Año	Vatio(s) Hora(s) por Año(s).
W/m	Vatio(s) por Metro(s).
W/m ²	Vatio(s) por Metro(s) Cuadrado(s).
W/m ² K	Vatio(s) por metro cuadrado y kelvin.
W/ms	Vatio(s) por metro(s) sobre segundos.
Wp	Vatio(s) pico.

CAPÍTULO 1

1.1. Introducción

En la actualidad se vive en un mundo de continuos cambios, en relación con los aspectos sociales, políticos, ambientales y sobre todo tecnológicos, mismos que con el pasar del tiempo van avanzando y generando beneficios para la sociedad. En este contexto la presente investigación está enfocada a diseñar e implementar un método para el suministro de electricidad un sistema fotovoltaico, la misma que estará direccionada a una vivienda en la zona rural, a donde no llega el tendido eléctrico, aquella vivienda se sitúa en la comuna “Masa 2” en la capital del Guayas.

Es así como el proyecto de investigación está estructurado en seis partes, la primera, aborda el capítulo 1, que integra la introducción del estudio, los antecedentes de trabajos previos que están relacionadas con el tema propuesto, el problema de investigación es el comienzo del trabajo para su desarrollo, justificación, objetivos e hipótesis que se pretende responder con el transcurso de la investigación.

El Capítulo 2, considera el marco teórico, conceptos y definiciones importantes que fundamentan el desarrollo del tema propuesto para permitir una comprensión de la propuesta.

El capítulo 3, se muestra un análisis sobre los problemas que continuamente afrontan las viviendas de esta zona rural a donde no llega el tendido eléctrico, aquellas viviendas se sitúan en la comuna “Masa 2” de la ciudad de Guayaquil.

La planificación del proyecto se realiza en el capítulo 4, esta parte está conformada por una recopilación de datos de los estudios técnicos, financieros, además de la estructura del diseño del sistema fotovoltaico para el abastecimiento de energía.

En el capítulo 5, se realizará la organización mediante los resultados obtenidos de la implementación del sistema, los mismos que se describen en el capítulo.

Para finalizar tenemos el capítulo 6, donde se describen las conclusiones correspondientes y recomendaciones de la misma, con el objetivo de que este sistema

sea aplicado en el futuro por empresas públicas o privadas que se dediquen a mejorar a brindar un mejor estilo de vida a las comunidades.

1.2. Antecedentes

Se tomó en cuenta para el desarrollo de esta investigación la verificación de trabajos previos acerca el asunto de estudio, y tras dicha revisión se ha determinado que la investigación realizada por Sánchez & Gil (2016) titulada *“Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a red con soporte de almacenamiento en la Universidad Tecnológica de Pereira”* la cual tiene como objetivo, diseñar e implementar el sistema fotovoltaico en la Universidad de Pereira, misma que se tendrá que analizar la eficacia del sistema con la ayuda de medidores de energía, por lo que se hará uso de una metodología de tipo aplicada, para llegar a la conclusión que mediante la variedad de dispositivos ya encontrados en el Sistema, será posible hacer una nueva evaluación del diseño híbrido, donde se ha utilizado una red convencional, reduciendo los controladores que dan carga y aumentando la eficiencia del sistema.

Por otro lado, para Franco (2017) su investigación realizada en Bogotá, tiene como título *“Diseño e implementación de un sistema alterno de suministro eléctrico mediante energía solar fotovoltaica en iluminación y térmica en calentamiento de agua en una casa rural”*, cuyo objetivo fue el diseño y la implementación de sistemas de iluminación de forma automática con la ayuda de la energía fotovoltaica con sistema de puesta a tierra para mayor protección, la misma que se desarrolló bajo la metodología de Botton-Up y Top Dow que agrupa los componente de varios módulos, Se concluye que con la aplicación de este sistema se puede lograr una mejor calidad de vida para las personas del medio rural.

De igual manera, según el estudio realizado por Villegas (2021) que lleva como título *“Estudio para el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico para el mercado San Roque”*, tiene como objetivo hacer un estudio para poder implementar un sistema que genere energía eléctrica fotovoltaica con conexión a red Eléctrica de la capital del Ecuador, la cual sigue la metodología del rendimiento global de instalación, misma que incluye la determinación de la potencia mínima de Generación,

llegando a concluir que la mismas que varía el voltaje dentro del rango admisible según las normas “Resolución N.º ARCONEL-053/18”.

Finalmente, para Escobar, García & Mesa (2021) que lleva como título “*Estudio de pre factibilidad para la estructura del diseño de implementación de un sistema de energía mediante fotovoltaico en vivienda con problemas de suministro eléctrico*”, y su objetivo es realizar el estudio de factibilidad para la instalación de un sistema fotovoltaico en una casa rural, determinando el impacto social para el montaje del sistema en la Vereda Santa Elena municipio de La Calera Colombia, la cual sigue un estudio de mercado, técnico y financiero, llegando a la conclusión que los factores de intensidad lumínica y tiempo de luminosidad efectiva en la zona de implementación arroja un 23%, valor requerido. Además, el sistema solventa las necesidades habitantes para las cuales fue planeado, cambiando de una forma positiva la calidad de vida de los habitantes en un 85%-90% aproximadamente.

1.3. Planteamiento del problema

La electricidad es “una forma de energía manifestada por el movimiento de electrones en las capas externas de los átomos en la superficie de un material conductor” (Instituto Catalán de Energía, 2014), en este contexto, es esencial en el diario vivir tanto en zonas rurales como en grandes urbes, hoy en día no contar con este tipo de servicios es algo inaceptable, ya que ciertas comunas es al vivir lejos de donde se extiende el tendido eléctrico se le hace muy difícil ser dotados de este servicio, por lo cual es muy viable implementar este tipo de proyectos fotovoltaicos para el beneficio de las familias de esta comuna.

Actualmente, muchos territorios se enfrentan a la necesidad de obtener energía eléctrica, ya que, el servicio eléctrico no llega hasta las zonas en donde viven (zonas rurales), y hay regiones no interconectadas o en regiones de difícil ingreso que no llega el servicio público de electricidad. Según lo anteriormente dicho se necesita hacer un análisis en sectores rurales, donde se puede detectar la necesidad de energía eléctrica, tomando en cuenta las posibilidades de desarrollo local para entablar una metodología que facilite la estructuración de proyectos integrales,

secundando el incremento y desarrollo de las sociedades rurales y de proyectos independientes ambientalmente causantes.

En cuanto al caso de estudio como es la comuna “Masa 2” donde se pretende diseñar e implementar el sistema, carece de servicios básicos como agua potable, teléfono, electricidad, alcantarillado, recolección de residuos, redes telefónicas, etc. La falta de iluminación dentro de la comuna y sus alrededores afecta al caer la noche, ya que los generadores con los que obtienen energía aparte de alquilar su uso (25 dólares semanales) son hasta cierta hora y de ahí los pobladores están en oscuridad absoluta.

Del mismo modo, mediante la falta del flujo eléctrico trae complicaciones y dificultades en las actividades realizadas día a día de los habitantes de la comuna, especialmente problemas domésticos, ya que sin electricidad sus alimentos no son refrigerados, no tienen medios electrónicos (tv, radios) en donde distraerse, incluso no pueden acceder a equipos tecnológicos como computadoras y teléfonos celulares para las actividades escolares, y en la actualidad al estar cursando una modalidad virtual en todas las instituciones educativas, la comuna presentó un enorme problema, ya que, no pueden acceder a las clases dictadas.

Además, están apartados de la ciudad, no hay transporte para salir, la mayoría lo hacen por vía marítima, y los habitantes del recinto se dedican como única actividad a la captura de cangrejo y la pesca.

Si acaso no se toma medidas para mejorar el problema identificado frente al suministro de energía eléctrica, afectará significativamente el desarrollo de la comuna, impidiendo el progreso de la educación, salud, tecnología y sobre todo los grados de utilidad de esta.

Por esta razón, frente a los problemas identificados en relación con la falta de energía, se hace necesario determinar estrategias y acciones para reducir dichos inconvenientes, es así como se diseña e implementa el sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en las viviendas rurales, donde no llega el tendido eléctrico, de esta manera será posible llevar a la comuna beneficios sobre una buena calidad de vida.

1.4. Justificación

La población rural en el Ecuador cada vez se expande más, por tal motivo, el presente estudio pretende hacer un análisis de carga con el que se podría realizar la iluminación de la casa, se reemplazaría el gasto del consumo de combustibles por este sistema fotovoltaico a llevar a cabo. Se elegirá el mejor procedimiento para crear energía renovable para de esta forma mejorar el estilo de vida de la sociedad como ya fue realizado en el trabajo de Walter Krättli y Marcos López quienes realizaron el diseño y operación de un sistema de energía solar fotovoltaica para islas.

En este sentido, la Universidad Politécnica Salesiana en conjunto con la carrera de Ingeniería Eléctrica dirigida por el ing. Gary Ampuño Avilés, propone a los estudiantes métodos para mejorar la calidad de vida a las personas de escasos recursos.

Por lo cual, se tomó en consideración de implementar un sistema fotovoltaico para mejorar la calidad de vida de las personas que residen en la comuna Masa 2, puesto que al sector no llega el servicio de energía eléctrica, y para generar electricidad lo consiguen mediante un generador a Diesel con lo que cuentan ciertos habitantes del sector, por su difícil acceso al lugar no cuentan con energía eléctrica servicio que lo ofrece la compañía CNEL-EP.

La investigación servirá para identificar el tipo de inconvenientes que se generan al no tener electricidad en la comuna, de igual manera, de acuerdo con el resultado de esta investigación, servirá como apoyo a la empresa de luz eléctrica de la ciudad de Guayaquil, mismo que puede generar estrategias que vayan en beneficio de la comuna, y los beneficiarios directos serán las familias que integran dicha zona, ya que cada uno tendrán un servicio muy indispensable en la actualidad.

Por último, este proyecto investigativo brindará información, para el desarrollo de futuros proyectos sobre el mismo tema propuesto, puesto que se utilizará como antecedente bibliográfico.

1.5. Delimitación

El proyecto de tesis emplea en la estructura del diseño de un sistema de energía fotovoltaico del cual conlleva el estudio de cargas de iluminación, y por lo consiguiente la implementación de paneles solares los cuales dotaran de energía eléctrica a una vivienda de la comuna “Masa 2” del golfo de Guayaquil provincia del Guayas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Emplear un sistema de energía fotovoltaico mediante el uso de simuladores para mejorar la calidad de vida en una vivienda ubicada en la Comuna “Masa 2” en el golfo de Guayaquil.

1.6.2. Objetivos específicos

- Desarrollar el diagnóstico situacional de la comuna “Masa 2” de Guayaquil, con el fin de identificar el estado actual de la zona.
- Calcular la demanda de carga requerida para dimensionar el sistema fotovoltaico mediante el diseño del plano eléctrico de la vivienda.
- Diseñar el sistema fotovoltaico mediante el software PVSIST para implementar en la vivienda.

CAPÍTULO 2

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generador de energía solar

La recolección de electricidad directamente de la luz se denomina efecto fotovoltaico. El físico Antoine Becquerel descubrió la existencia de este fenómeno en 1839. Para hacer esto, se necesita un material que pueda absorber la luz solar y convertir la energía radiante absorbida en electricidad, que es exactamente lo que tienen, capaz de hacer células fotovoltaicas. (Pep, 2007)

2.1.2. Beneficios de la energía fotovoltaica

Los costos de mantenimiento e instalación de paneles solares con una vida útil promedio de más de 30 años se han reducido significativamente en los últimos años, con el desarrollo de la tecnología fotovoltaica se requiere una inversión inicial y pequeños gastos de operación, sin embargo, una vez instalado el sistema fotovoltaico, es gratis y de por vida. (Naranjo, 2020)

Beneficios

Los tamaños pueden variar desde grandes plantas hasta sistemas domésticos.

Contribuye al desarrollo sostenible.

Renovable.

Sin contaminación.

Adecuado para zonas rurales o remotas.

Fomentar el empleo local.

Inagotable.

2.1.3. Las células fotovoltaicas

La corriente es el flujo de electrones que ocurre cuando se establece una diferencia de potencial. Por su parte, los átomos de los materiales están formados por núcleos

con carga eléctrica positiva, que al mismo tiempo están rodeados por electrones con carga eléctrica negativa. (Andrione & Castillo, 2017)

El principio de funcionamiento de una celda fotovoltaica es forzar electrones “agujeros” a moverse hacia el otro lado del material, en lugar de simplemente recombinarse dentro de él: como resultado, se creará una diferencia de potencial, por lo tanto, el voltaje entre dos partes del material, como ocurre en una pila eléctrica. (Alocilla & Barrientos, 2016)

Las células fotovoltaicas generan energía eléctrica si se cumplen estas tres condiciones:

- Debe establecerse la diferencia de potencial o el campo eléctrico.
- Debe ser capaz de crear cargas que permitan que ocurra corriente.
- Debe ser posible cambiar el número de cargas positivas y negativas.

2.1.4. Sistema fotovoltaico

Los sistemas fotovoltaicos (PV) consisten en uno o más paneles solares combinados con inversores y otros dispositivos eléctricos y mecánicos que utilizan la energía solar para generar electricidad. Aunque los sistemas fotovoltaicos pueden funcionar solos como sistemas fotovoltaicos fuera de la red, esta investigación trata de los sistemas conectados a una red eléctrica pública. El tamaño de los sistemas fotovoltaicos puede variar ampliamente, desde pequeños sistemas portátiles o de techo hasta grandes plantas de energía.(Bella, 2018).

El sistema fotovoltaico también se conoce como sistema solar fotovoltaico. Es un sistema de energía que ha sido diseñado para capturar la energía del sol y transformarla en electricidad mediante el uso de la energía fotovoltaica, que también se conoce como paneles solares.

Se trata de un sistema increíblemente seguro y de bajo mantenimiento, lo que es estupendo si quiere algo fácil de cuidar y que no le cueste una fortuna en reparaciones.

Además, es increíblemente fiable y proporciona energía verde sin ningún tipo de contaminación o emisiones. Por lo tanto, al instalar y emplear un sistema fotovoltaico, está contribuyendo a mejorar el medio ambiente y a crear un hogar sostenible. (Toledo, 2013)

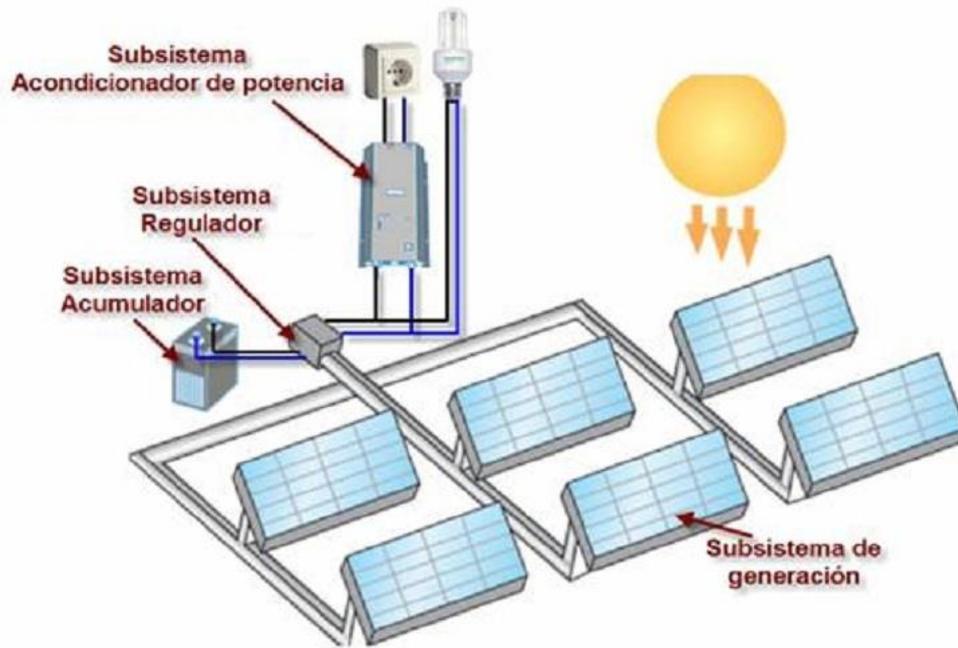


Figura 1. Sistema fotovoltaico

Fuente: (Menna, 2021)

El sistema solar fotovoltaico se divide en dos categorías principales: el sistema conectado a la red y el sistema aislado. El primero de ellos le permite enviar el exceso de energía producida por sus paneles solares a la red nacional, donde puede utilizarse para alimentar los hogares de otras personas.

Por supuesto, este exceso de energía no se lo da a ellos, sino que se lo vende. Los sistemas no conectados a la red son solo para uso personal y no pueden enviar el exceso de energía. En general, solo se instalan en lugares remotos donde no hay acceso a la red. (Toledo, 2013)

2.1.5. Funcionamiento del sistema fotovoltaico

La luz del sol consiste en paquetes de energía llamados fotones que caen sobre los paneles solares y generan corriente eléctrica a través de un proceso llamado efecto

fotovoltaico. Cada panel genera relativamente poca electricidad, pero se puede conectar a otros paneles para generar mayores cantidades de energía, como los paneles solares. La electricidad producida por un panel solar (o matriz) está en forma de corriente continua (CC). (La energía sola fotovoltaica, 2021)

Aunque muchos dispositivos electrónicos, como su teléfono celular o computadora portátil, usan corriente continua, están diseñados para funcionar con una red eléctrica que proporciona (y requiere) corriente alterna (CA). Por lo tanto, para que la energía solar sea útil, primero debe convertirse de CC a CA mediante un inversor. La alimentación de CA del inversor se puede utilizar para alimentar la electrónica local o enviarse a la red para su uso en otro lugar. (Santa, 2004)

2.1.6. Las ventajas de un sistema fotovoltaico

El sistema fotovoltaico es increíblemente eficiente, y su instalación significa que puede beneficiarse de lo siguiente:

La energía solar que produce este sistema es sostenible. Esto se debe a que el sol es un recurso renovable (y uno de los mejores que tiene el planeta). Esto significa que no puede haber un consumo excesivo de la fuente de energía porque es abundante y se produce de forma natural. (Valdiviezo, 2014)

La energía solar puede producirse absolutamente en cualquier parte del mundo, independientemente de las condiciones meteorológicas. Si bien es cierto que los países más cercanos al Ecuador son los que tienen un mayor potencial de producción de energía solar, no es solo para ellos. Aunque los días estén nublados, la energía solar se sigue produciendo. Es un recurso valioso.

La energía solar también es gratuita. Aunque los costes de instalación pueden ser un poco más elevados que los de un sistema energético medio, no se le cobra por la energía producida por sus paneles solares fotovoltaicos. Es un recurso eléctrico gratuito que puede alimentar su casa de manera eficiente. (Prieto, 2020)

La instalación de un sistema fotovoltaico en su casa también aumentará su independencia de las fuentes de energía no renovables, así como el valor de su vivienda. Poder depender de fuentes de energía renovables puede ser una experiencia muy liberadora y es excelente para el medio ambiente.

Cuantos más hogares utilicen la energía solar, mejor. No solo tendrá un impacto increíblemente positivo en el medio ambiente, sino que también creará más puestos de trabajo en la industria de las energías renovables. Así que no solo estará contribuyendo a un planeta más sano, sino también a un mercado laboral más amplio. (Factor Energía, 2018)

2.1.7. Componentes del sistema

Además de los paneles solares, hay otros componentes importantes de un sistema fotovoltaico que se denominan comúnmente "balance del sistema" o BOS (por sus siglas en inglés) Estos componentes (que suelen representar más de la mitad del coste del sistema y la mayor parte del mantenimiento) pueden incluir inversores, estanterías, cableado, combinadores, desconexiones, disyuntores y contadores eléctricos. (Sánchez & Martínez, 2017)

2.1.8. Panel solar

Los paneles solares consisten en muchas células solares con propiedades semiconductoras encapsuladas en un material para protegerlas del medio ambiente. Estas propiedades permiten que la batería capture la luz, o más específicamente, los fotones del sol, y convierta su energía en electricidad útil a través de un proceso llamado efecto fotovoltaico. El semiconductor está flanqueado por una capa de material conductor que "cosecha" la electricidad que se produce. (Villegas, 2021)



Figura 2. Panel solar

Fuente: (Alfilpack, 2016)

Los paneles solares de hoy están hechos de silicio cristalino, con un rango de eficiencia del 33% para transformar la energía solar en electricidad. Se han desarrollado en otros materiales con más capacidad y durabilidad por su producción es mucho más costosa.(Peñañiel, 2014)

2.1.9. Inversores

Es un dispositivo eléctrico que transforma la corriente continua en corriente alterna, en el caso de los paneles solares se cumple este proceso. Es necesario que se cumpla esta conversión para el buen funcionamiento de los dispositivos eléctricos con conexión a red eléctrica. Los inversores son importantes para casi todos los sistemas solares y, a menudo, son el componente más caro después del propio panel solar. (Jiménez, 2004)

Los inversores cuentan con un 90% de eficiencia o más y cuentan con características de seguridad importantes, como la interrupción del circuito por falla a tierra que apaga el sistema fotovoltaico cuando la red pierde energía.

2.1.10. Estantería

La estantería se refiere a los aparatos de montaje que fijan el conjunto solar al suelo o al tejado. Construidos normalmente en acero o aluminio, estos aparatos fijan mecánicamente los paneles solares en su lugar con un alto nivel de precisión. Los sistemas de bastidores deben estar diseñados para soportar fenómenos meteorológicos extremos, como velocidades de viento de nivel de huracán o tornado y/o grandes acumulaciones de nieve. (Jiménez, 2004)

Otra característica importante de los sistemas de estanterías es la unión eléctrica y la conexión a tierra del conjunto solar para evitar la electrocución. Los sistemas de estanterías en tejados suelen tener dos variantes: sistemas de tejados planos y sistemas de tejados inclinados. En el caso de los tejados planos, es habitual que el sistema de estanterías incluya lastre para sujetar el conjunto al tejado utilizando la gravedad. En los tejados inclinados, el sistema de estanterías debe anclarse mecánicamente a la estructura del tejado. Los sistemas fotovoltaicos montados en el suelo también pueden utilizar lastre o anclajes mecánicos para fijar el conjunto al suelo. (Sánchez & Gil, 2016)

Algunos sistemas de estanterías montadas en el suelo también incorporan sistemas de seguimiento que utilizan motores y sensores para seguir al Sol a través del cielo, lo que aumenta la cantidad de energía generada con un mayor coste de equipamiento y mantenimiento.

2.1.11. Energía Eléctrica

La energía eléctrica es la energía obtenida del potencial eléctrico o energía cinética de partículas cargadas. Generalmente, se le llama energía convertida a partir de potencial eléctrico. La energía eléctrica se puede definir como la energía producida por el movimiento de electrones de un punto a otro. El movimiento de las partículas cargadas a lo largo de un medio (por ejemplo, un cable) constituye la corriente o la electricidad. (Serna & Ross, 2020)

2.1.12. Fórmula de la energía eléctrica

Una célula tiene dos terminales, uno negativo y otro positivo. El terminal negativo tiene un exceso de electrones mientras que el terminal positivo tiene un déficit de electrones. Tomemos el terminal positivo como A y el potencial eléctrico en A viene dado por $V(A)$. Del mismo modo, el terminal negativo es B y el potencial eléctrico en B viene dado por $V(B)$. La corriente eléctrica fluye de A a B, por lo que $V(A) > V(B)$. (Serna & Ross, 2020)

La diferencia de potencial entre A y B viene dada por:

Ecuación 1: Energía eléctrica

$$V = V(A) - V(B) > 0$$

Matemáticamente, la corriente eléctrica es la definición de la tasa de flujo de carga atraviesa la sección transversal de un conductor.

Así, viene dada por $I = \Delta Q / \Delta t$ donde I es la corriente eléctrica y ΔQ es la cantidad de carga eléctrica que fluye a través de un punto en el tiempo Δt .

La energía potencial de la carga Q en A es $Q V(A)$ y en B, es $Q V(B)$. Por lo que el cambio de energía se da por:

$\Delta U_{pot} = \text{Energía potencial final} - \text{Energía potencial inicial}$

$$= \Delta Q [(V(B) - V(A))] = -\Delta Q V$$

$$= -I V \Delta t \text{ (Ya que } I = \Delta Q / \Delta t \text{)}$$

Si tenemos en cuenta la energía cinética del sistema, también cambiaría si las cargas dentro del conductor se movieran sin colisionar. (Serna & Ross, 2020) Esto es para mantener la energía total del sistema sin cambios. Así, por conservación de la energía total, tenemos:

Ecuación 2: *Conservación de la energía total*

$$\Delta K = -\Delta U_{pot}$$

$$\text{O } \Delta K = I V \Delta t > 0$$

Así, en el campo eléctrico, si las cargas se mueven libremente a través del conductor, habría un aumento de la energía cinética a medida que se mueven. Cuando las cargas chocan, la energía ganada por ellas se reparte entre los átomos. En consecuencia, la vibración de los átomos aumenta, lo que provoca el calentamiento del conductor. Por lo tanto, un porcentaje de la energía se disipará en forma de calor en un conductor real. (Serna & Ross, 2020)

2.1.13. Unidades de energía eléctrica

La unidad básica de la energía eléctrica es el juls o vatio-segundo. Se dice que la energía eléctrica es un juls cuando un amperio de corriente fluye por el circuito durante un segundo aplicando las diferencias de potencias de un voltio mediante él mismo. La unidad comercial de la energía eléctrica es el kilovatio-hora (kWh), que también se conoce como unidad de la Junta de Comercio (B.O.T). (Torres, 2014)

Ecuación 3: *Unidades de energía eléctrica*

$$1 \text{ kwh} = 1000 \times 60 \times 60 \text{ vatios} - \text{segundo}$$

$$1 \text{ kwh} = 36 \times 10^5 \text{ Ws o juls}$$

Generalmente, un kwh se denomina una unidad.

2.1.14. Modelos de energía eléctrica

Algunos modelos de energía eléctrica son:

- Una reacción química producida por las baterías, forma un electrón que posee energía para moverse a través de la corriente eléctrica. Estas cargas móviles alimentan los circuitos del automóvil.
- Los relámpagos, durante una tormenta, son un ejemplo de energía eléctrica: lo que vemos como relámpagos no es más que electricidad descargándose en la atmósfera.
- Las anguilas eléctricas generan energía eléctrica y la utilizan contra los depredadores para defenderse.
- La energía eléctrica en energía mecánica. (Torres, 2014)

La energía eléctrica puede convertirse en otras formas de energía, como la energía térmica, la luminosa, el movimiento, etc. Los ejemplos más conocidos son:

- Ventilador: La conversión de la energía eléctrica en energía mecánica es producida por el motor del ventilador.
- Bombilla: La energía eléctrica se convierte en energía luminosa.

2.1.15. Fuente de alimentación

No hay que confundir una fuente de alimentación con una fuente de energía. La fuente es el origen de la electricidad entrante. En la mayor parte de los casos, la fuente de electricidad es una toma de corriente, una batería o un generador. Para convertir la energía en un voltaje y formato correcto es necesario una fuente de poder, cuya función específica depende de la necesidad de regular o convertir la energía. Para comprender el funcionamiento de la fuente de alimentación, primero se necesita entender los componentes que contribuyen al dispositivo, los mismos que se analizan en el siguiente párrafo. (Villegas, 2021)

Las fuentes de alimentación tienen la funcionalidad básica de todos los modelos, con acciones adicionales añadidas según el tipo de dispositivo. Es posible que la fuente de alimentación deba aumentar o disminuir el voltaje, convertir la energía a CC o ajustar la energía para obtener un voltaje de salida más uniforme. Estas características lo ayudarán a elegir una fuente de energía que satisfaga sus necesidades eléctricas.

Adquirir un dispositivo con demasiadas funciones podría costarle más dinero del que necesita gastar, pero si no adquiere las funciones que necesita, podría dañar los dispositivos que necesita alimentar. (Torres, 2014)

La conmutación de voltaje es el objetivo principal de una fuente de alimentación. Según el tipo de dispositivo a utilizar la fuente de alimentación está en constante salida de energía. Para evitar la sobrecarga, la fuente de alimentación reduce el voltaje o, por el contrario, aumenta el voltaje, para adaptarse a las necesidades del equipo.

El exceso de energía de la red eléctrica podría averiar seriamente el equipo, pero si la fuente que se encuentra alimentando no puede suministrar suficiente voltaje, este dispositivo no funcionará correctamente. El interruptor de alimentación hace el trabajo principal de la fuente de alimentación, y la mayor parte de la construcción es proveniente del transformador que se usa para subir o bajar cuando sea necesario. (Jiménez, 2004)

La mayoría de los aparatos electrónicos requieren una potencia regulada. Cuando una fuente de alimentación cambia el voltaje y el tipo de energía, el resultado no es siempre una salida estable. Aunque no se enciende ni se apaga completamente, se producen fluctuaciones en la tensión de salida sin regulación. Una fuente de alimentación no regulada puede suministrar más potencia de la esperada. Una sobretensión de este tipo suministrada a aparatos electrónicos delicados, como ordenadores y televisores, podría causar graves daños a las piezas o incluso daños permanentes que podrían ser irreparables.

La función añadida de regular la potencia aumenta el coste del dispositivo, pero puede ahorrarle el precio de tener que comprar nuevos aparatos electrónicos para sustituir los arruinados por la tensión no regulada que los abruma. Para ahorrar dinero mientras se alimentan dispositivos con cargas que se ajustan a la salida de la fuente de alimentación, utilice fuentes de alimentación no reguladas. Pero los aparatos electrónicos requieren una alimentación regulada. No cometa el error de seleccionar la fuente equivocada. (Guevara, 2016)

2.1.16. Sistema solar fotovoltaico

Los dispositivos fotovoltaicos se pueden dividir en cuatro elementos principales con las siguientes funciones: captura de energía, regulación, acumulación de energía e inversión de voltaje. Los componentes deben estar interconectados y protegidos para que toda la instalación funcione correctamente. Como se muestra, estos elementos son: módulos fotovoltaicos, controladores o reguladores de carga, baterías e inversores solares.

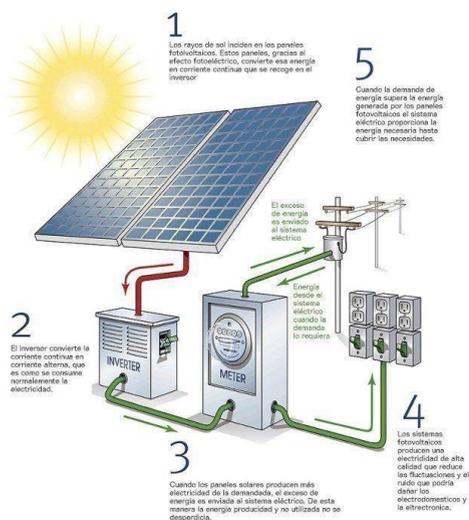


Figura 3. Sistema solar fotovoltaico

Fuente: (EcolInventos, 2022)

2.1.17. Horas de Sol Pico (H.S.P.)

El tiempo solar máximo es el número de horas por día con una exposición asumida de 1000, que suma el mismo número de horas que la exposición real. (2014)

La irradiación es numéricamente similar a H.S.P. cuando se expresa en kW-h/m². es muy importante saber este concepto, ya que se puede estipular la potencia producida por los paneles fotovoltaicos, con un pequeño rango de pérdida. El concepto de distribución de la radiación y horas pico de insolación que se muestra en la figura.

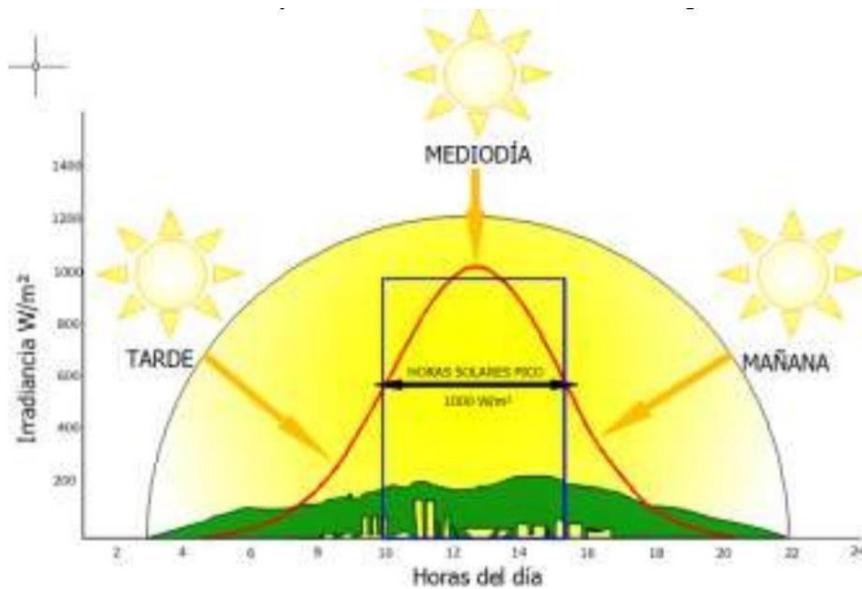


Figura 4. (H.S.P.)

Fuente: (Torres & Cordova, 2018)

2.1.18. SISTEMAS AISLADOS

La energía solar que se convierte en energía eléctrica sin la ayuda de una red de energía eléctrica es nominada como un sistema aislado. Para poder obtener energía se requiere de acumuladores de almacenamientos solares. (SOLETEC, 2018; Jiménez, 2004).

Estas instalaciones se consideran adecuadas para las zonas rurales donde no llega la red de conexión eléctrica o el coste de instalación es muy elevado para acceder a la red pública.

Componentes básicos.

- Controlador de Carga: Gestiona la energía del panel.
- El inversor convierte la corriente.
- Baterías: Almacenan y suministran energías los días de escaso sol.
- Paneles fotovoltaicos: realiza la conversión de la luz solar en electricidad.

Para realizar la instalación de un sistema fotovoltaico debe hacerse un análisis y un estudio de factibilidad para poder diseñarla tomando en cuenta los 5 factores principales que se mencionan a continuación.

- Período de uso.
- Ubicación y clima.
- Necesaria conexión a la red eléctrica.
- Tipo de consumo (CC, CA, monofásico, trifásico, etc.)
- El consumo de energía.

Aplicaciones de fotovoltaica aisladas:

- Señalización terrestre.
- Electrificación rural.
- Actividades de ocio.
- Aplicaciones industriales.

2.1.19. Las emisiones de co2 que evita la energía solar

En los países muy desarrollados están en una etapa donde los empresarios, académicos, las ONG y la nación llaman un “boom energético”. Especialmente la energía fotovoltaica derivada de la luz solar Baldini, P; Calandrini, Guillerme; Campos, N; Frusto (2017).

Un proyecto que comenzó hace 2 años en la casa blanca de paneles solares que generan más de 6.5 kilowatts de potencia para las habitaciones, instalados en la terraza de la institución.

La empresa estadounidense Strata Solar está trabajando en varios proyectos para dar energía a los hogares. Una de las áreas fotovoltaicas más importantes de la compañía

se encuentra en Raleigh con más de 26.000 paneles en funcionamiento. (Carolina del Norte, Puig, Pep; Jofra, Marta) (2007)

2.1.20. Tiempo de vida útil del panel solar

La vida útil los paneles es un promedio de 25 años, pero con el mantenimiento adecuado, pueden durar más de 30 años, la pérdida anual de una celda solar funcionando está estimada en el 0.05%.

2.1.21. Energía solar

Como fuente natural energética tenemos al sol, el cual el ser humano ha utilizado hace tiempo atrás la energía solar se puede aprovechar de gran manera si sabemos utilizarla. Esta energía es obtenida directamente de la radiación solar con la ayuda de un sistema fotovoltaico de paneles solares que transforma en energía eléctrica.

2.1.22. Cálculos de energía

El consenso es agregar la potencia del equipo que se va a alimentar con el sistema fotovoltaico. Alternativamente, para esta tarea podemos usar calculadoras de carga base que están disponibles en Internet. Hemos utilizado una de estas herramientas para calcular la carga base de nuestro proyecto.

Cada dispositivo tiene un consumo de energía fijo que se puede encontrar en los detalles de su placa de identificación. Se deben recuperar estos datos de todos los dispositivos que se van a utilizar. Otros datos que deben introducirse son el número de cada aparato que se utilizará y el número de horas que se supone que el aparato debe permanecer (Bella, 2018)

Al completar los datos requeridos, el sitio web genera una tabla que da el total de vatios-hora que se van a utilizar, es decir, la energía total consumida o la potencia del sistema fotovoltaico. Otro punto al que se debe prestar atención es el voltaje del sistema. Se requiere que el nivel del sistema elegido antes de seguir investigando en el diseño. El diseño posterior del equipo se basaría en el nivel de voltaje del sistema.

2.1.23. Tamaño del panel

Una vez calculada la carga total que se energizará con el sistema fotovoltaico, debemos averiguar qué área de paneles solares se requeriría para generar esa cantidad de energía. Es una propiedad inherente de cualquier panel tener pérdidas internas. Este factor debe tenerse en cuenta. Como en el cálculo de energía ya hemos encontrado el total de vatios-hora, para encontrar el vataje de los paneles que se requeriría, necesitamos dividir el total de vatios-hora con las horas pico de sol.

Se utiliza PV WATTS que ayuda a calcular el tamaño del panel simplemente poniendo los parámetros como el consumo de energía, el ángulo de inclinación y la hora solar.

2.1.24. Controlador de carga

Los controladores de carga, a veces llamados controladores o cargadores PV, solo se usan en sistemas que contienen baterías. La función principal del controlador de carga es combatir la suplantación de identidad de la batería. La función básica del controlador de carga es monitorear la carga y descarga de la batería. Evite que la batería se cargue o descargue por completo. Esto es importante porque la sobrecarga puede provocar daños en la batería y la carga insuficiente puede acortar la vida útil de la batería. (Andrione & Castillo, 2017)

Un motivo importante para usar un controlador de carga es para prevenir el flujo de corriente inversa a la batería del sistema fotovoltaico. Hay dos tipos de controladores que están ampliamente disponibles en el mercado;

- 1) Modulación de ancho de pulso (PWM),
- 2) Búsqueda del máximo punto de potencia (MPPT)

1. Modulación de ancho de pulso: El controlador de carga tiene una modulación de ancho de pulso se ajusta a la potencia de entrada de la batería independientemente de la potencia generada por los paneles. Se observa una escasez inherente de energía en este tipo de cargador.

2. Búsqueda del máximo punto de potencia (MPPT): este tipo de cargador ayuda a obtener la potencia de carga óptima para cualquier momento dado y ofrece una mejor

eficiencia que PWM. Aunque los controladores de carga MPPT le permiten tener mejores eficiencias y proporciona más potencia que en comparación con PWM por condición similar, la principal causa de no optar por MPPT es el precio de este.

Los controladores de carga MPPT son más caros que los controladores PWM. Teniendo en cuenta este parámetro, este proyecto utilizará un controlador de carga PWM para realizar el concepto. Para seleccionar el tamaño del controlador de carga, se deben conocer los niveles de voltaje del sistema y la corriente operativa máxima. Es una práctica habitual sobredimensionar el controlador por razones de seguridad (Alocilla & Barrientos, 2016)

2.1.25. Componentes del sistema

Se pueden comprar sistemas fotovoltaicos prediseñados que vienen con todos los componentes que necesitará, hasta los tornillos y tuercas. Cualquier buen distribuidor puede dimensionar y especificar los sistemas para usted, dada una descripción de su sitio y sus necesidades. No obstante, la familiaridad con los componentes del sistema, los diferentes tipos disponibles y los criterios para realizar una selección es importante. Los componentes básicos de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red con y sin baterías son:

- Módulos solares fotovoltaicos
- Bastidores de montaje de matrices
- Equipo de puesta a tierra
- Caja de combinación
- Protección contra sobretensiones (a menudo parte de la caja combinadora)
- Inversor
- Medidores - medidor del sistema y medidor de kilovatios-hora
- Desconecta: Desconexión de corriente continua del arreglo - Desconexión de corriente alterna del inversor - Desconexión de corriente continua del inversor.

- Desconexión de corriente alterna exterior Si el sistema incluye baterías, también necesitará:
- Banco de baterías con estructura de cableado y carcasa
- Controlador de carga
- Desconexión de batería Módulos solares

El corazón de un sistema fotovoltaico es el módulo solar. El fabricante conecta muchas células fotovoltaicas juntas para producir un módulo solar. Cuando se instalan en un sitio, los módulos solares se conectan en serie para formar cadenas. Las cadenas de módulos se conectan en paralelo para formar una matriz.

Tipos de módulo: los módulos rígidos de estructura plana son actualmente los más comunes y la mayoría de ellos están compuestos de silicio. Las células de silicio tienen estructuras atómicas que son monocristalinas (también conocidas como monocristalinas), policristalinas (también conocidas como multicristalinas) o amorfas (también conocidas como silicio de película fina).

Otros materiales celulares utilizados en los módulos solares son el telurio de cadmio (CdTe, comúnmente pronunciado "CadTel") y el diselenuro de cobre e indio (CIS). Algunos módulos se fabrican utilizando combinaciones de estos materiales. Un ejemplo es una fina película de silicio amorfo depositada sobre un sustrato de silicio monocristalino (Sánchez & Martínez, 2017)

2.1.26. Bastidores de montaje en matriz

Los bastidores se montan comúnmente en techos o en postes de acero colocados en concreto. En determinadas aplicaciones, pueden montarse a nivel del suelo o en paredes de edificios. Los módulos solares también se pueden montar para que sirvan como parte o la totalidad de una estructura de sombra, como una cubierta de patio.

En los sistemas montados en el techo, la matriz fotovoltaica se monta típicamente en racks fijos, paralela al techo por razones estéticas y se mantiene a varias pulgadas por encima de la superficie del techo para permitir un flujo de aire que los mantendrá tan

frescos como sea posible. Por lo general no cambia, ya que esto es inconveniente en muchos casos y a veces peligroso. Sin embargo, muchos bastidores de montaje son ajustables, lo que permite restablecer el ángulo de los módulos fotovoltaicos según la temporada.

Seguimiento: Los conjuntos fotovoltaicos montados en postes pueden incorporar dispositivos de seguimiento que permiten que el conjunto siga automáticamente el sol. Los arreglos fotovoltaicos con seguimiento pueden aumentar la producción diaria de energía del sistema entre un 25 y un 40 por ciento. A pesar de la mayor potencia de salida, los sistemas de seguimiento generalmente no se justifican por el mayor costo y la complejidad del sistema.

Notas generales de instalación: El montaje adecuado en el techo puede requerir mucha mano de obra, dependiendo en gran medida del tipo de techo y de cómo se instalan y sellan los soportes de montaje. Es mejor seguir las recomendaciones del contratista de techos, los proveedores de sistemas de estanterías y los fabricantes de módulos. Los fabricantes de módulos proporcionarán detalles de los requisitos de soporte para sus módulos (Villegas, 2021)

Un buen proveedor de estanterías proporcionará especificaciones de ingeniería que cumplan con los códigos con su producto. Sin embargo, como regla general para propósitos de licitación, es típico tener un soporte de soporte por cada 100 vatios de módulos fotovoltaicos. Se debe prestar especial atención a asegurar la matriz directamente a los miembros estructurales del techo y al sellado de las penetraciones del techo contra la intemperie.

Todos los detalles relacionados con la fijación de los soportes de montaje al techo y el sellado alrededor de ellos están mejor aprobados y realizados por el contratista de techos para que la garantía del techo no se anule. Tirafondos de acero inoxidable, atornillados a las vigas. Los tipos de montaje incluyen postes de soporte y soportes en L.

Se prefieren los postes de soporte porque están diseñados para dar un buen sellado en las botas. Los postes de soporte se montan mejor después de aplicar la plataforma

del techo y antes de instalar el material del techo. Los postes de soporte y los gatos de techo pueden ser instalados por el contratista de techado o el equipo a cargo de diseñar el sistema de montaje en matriz. El contratista de techos luego parpadea alrededor de los postes mientras instalan el techo.

- Desconexiones

Las desconexiones de seguridad automáticas y manuales protegen el cableado y los componentes de subidas de tensión y otras averías del equipo. También garantizan que el sistema se pueda apagar de forma segura y que los componentes del sistema se puedan quitar para su mantenimiento y reparación. Para los sistemas conectados a la red, las desconexiones de seguridad garantizan que el equipo de generación esté aislado de la red, lo cual es importante para la seguridad del personal de la empresa de servicios públicos (Andrione & Castillo, 2017)

En general, se necesita una desconexión para cada fuente de energía o dispositivo de almacenamiento de energía en el sistema. Para cada una de las funciones enumeradas a continuación, no siempre es necesario proporcionar una desconexión separada. Por ejemplo, si un inversor está ubicado en el exterior, una sola desconexión de CC puede servir tanto para la desconexión de CC del arreglo como para la desconexión de CC del inversor. Cualquier componente también considerará la conveniencia de la ubicación de la desconexión.

Una desconexión ubicada en un lugar inconveniente puede conducir a la tendencia a dejar la energía encendida durante el mantenimiento, lo que resulta en un peligro para la seguridad, mantenimiento o solución de problemas. La desconexión de CC del arreglo también puede tener disyuntores o fusibles integrados para proteger contra sobretensiones. Desconexión de CC del inversor: Junto con la desconexión de CA del inversor, la desconexión de CC del inversor se utiliza para desconectar de forma segura el inversor del resto del sistema. En muchos casos, la desconexión de CC del inversor también servirá como desconexión de CC del conjunto (Alocilla & Barrientos, 2016)

Desconexión de CA del inversor: La desconexión de CA del inversor desconecta el sistema fotovoltaico tanto del cableado eléctrico del edificio como de la red. Con frecuencia, la desconexión de CA se instala dentro del panel eléctrico principal del edificio. Sin embargo, si el inversor no está ubicado cerca del panel eléctrico, se debe instalar una desconexión de CA adicional cerca del inversor. Es accesible para el personal de servicios públicos.

Una desconexión de CA ubicada dentro del panel eléctrico o integral al inversor no satisfaría estos requisitos. Una alternativa que es tan aceptable para algunos servicios públicos como una desconexión de CA accesible es la remoción del medidor en sí, pero esta no es la norma. Antes de comprar equipo, consulte con la compañía eléctrica para determinar sus requisitos de interconexión.

2.2. Marco conceptual

Disyuntor de protección: Los disyuntores o interruptores diferenciales son los encargados de proteger al personal de las descargas eléctricas. Funciona con la conexión a tierra de todos los componentes instalados. El dispositivo compara la fuerza que ingresa al circuito con la fuerza que sale del circuito. (López, 2018)

Cable tríplex 3x12: Los conductores de cobre de alta pureza tienen la forma de cables compactos concéntricos con la pantalla extruida sobre los conductores, están hechos de conductores múltiples 1, 2 aislados y 1 desnudo; los conductores aislados están hechos de alambre de cobre flexible trenzado concéntricamente, mientras que los conductores el neutro expuesto está hecho de cobre duro.

Celdas fotovoltaicas: Los sistemas fotovoltaicos están compuestos por un equipo electrónico que realiza la conversión de la energía luminosa (luz) en energía eléctrica. Las celdas absorben fotones para liberar electrones que pueden usarse en una corriente eléctrica. Un panel solar es un manojo células que trabajan juntas para generar un mayor potencial eléctrico.

Los paneles solares se hacen de 2 materiales semiconductores con cargas positivas y negativas. Los mismos que reaccionan a la luz solar por los fotones que toman electrones que a su vez son eliminados del propio átomo extraído. (Silva, 2016)

Conversión de luz solar a electricidad.

El sistema de energía fotovoltaica con la ayuda de células convierte la energía solar a energía eléctrica en forma de CC, cuyo voltaje varía entre 380 y 800 voltios. Para mejorar estos resultados se utiliza un inversor que convierte la energía solar en corriente alterna, la luz solar es absorbida por las células fotovoltaicas, convirtiendo en campo eléctrico las capas que componen la placa y genera corriente eléctrica, es decir a mayor intensidad de la luz, mayor el flujo de energía eléctrica.

Corriente continua

La corriente continua (DC) es la corriente que fluye continuamente en una dirección, como en una linterna u otro dispositivo alimentado por batería.

Corriente alterna

La corriente alterna (CA) es una corriente eléctrica en la que la dirección del flujo de electrones cambia a intervalos o intervalos regulares. La corriente que fluye a través del cable de alimentación y la corriente que generalmente se toma de un tomacorriente de pared en la casa es corriente alterna.

Energía solar fotovoltaica

Se recolecta directamente de la energía solar, la energía solar se considera como energía renovable mediante el uso de paneles celulares se convierte en energía eléctrica

Irradiancia

La radiación es la energía promedio que incide sobre una superficie por unidad de área y por unidad de tiempo. La unidad de medida es la unidad de radiación, en W/m^2 .

Huerto Solar

Es un recinto cerrado o gran espacio en el que se pueden disponer pequeñas instalaciones fotovoltaicas, que pueden ser de un solo propietario o de varios propietarios, con el fin de generar energía solar para su propio uso o para venderla a la red.

Materiales semiconductores

Un semiconductor no es nada más que un elemento que se comporta como aislante o conductor dependiendo de varios factores, tales como: la temperatura del ambiente en el que se encuentra, campos magnéticos o eléctricos, presión, radiación que incide sobre él.

Energía solar térmica

Esta energía comprende el aprovechamiento del calor que genera el sol para que pueda ser aprovechado para cocinar alimentos o para el calentamiento de agua para el uso doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, para la producción de energía mecánica y energía eléctrica (EuroInnova, 2020). Además, esta se puede usar para la alimentación de enfriadores de absorción, que usan calor en lugar de electricidad para generar enfriamiento que puede acondicionar el aire interior.

La energía solar térmica se clasifica en función de la temperatura que se obtiene y esta se clasifica en 3 categorías

- Alta temperatura > 300 °C
- Media temperatura 90-300°C
- Baja temperatura < 90°C



Figura 5. Energía solar térmica.

CAPÍTULO 3

3.1. Análisis de la situación actual de la comuna masa 2

En este apartado se ha desarrollado el diagnóstico situacional de la comuna “Masa 2”, con el fin de identificar el estado actual de la zona, así como su ubicación, acceso, número de habitantes que residen dentro de la comuna, condiciones de vida y sobre todo los servicios básicos que poseen.

De esta manera, a través del análisis se ha obtenido la siguiente información:

3.1.1. Servicios básicos

Mediante la observación directa, se pudo evidenciar que la comuna “Masa 2” acarrea grandes problemas en aspectos de salud, alimentación, educación, economía, entre otros. Puesto que carecen de los servicios básicos como es el agua potable, energía eléctrica y alcantarillado. Esta ausencia perjudica gravemente a las 17 viviendas que contiene la comuna, mismas que integran entre dos o tres familias, lo que suma un total de 120 habitantes aproximadamente.

Para el abastecimiento del agua potable, es el problema más grave que acarrea la comuna, puesto que de los tanqueros que llegan a dotar de agua dulce a las camaroneras existentes en la zona poseen un sobrante y ese líquido que no se utiliza se lo destina a la comuna; sin embargo, el agua traída por los tanqueros no es totalmente potable, lo que perjudica a la salud de la población, generándose constantes enfermedades.

De igual manera, el servicio de electricidad no llega a la comuna, es decir que el sector no cuenta con una red eléctrica. No obstante, este servicio lo cubren mediante un generador que permanece encendido solo tres horas (de 7 pm a 10 pm). Pero este generador es de propiedad privada lo que a la comuna les cuesta \$25,00 por cada familia, lo que realmente se evidencia que la comuna es vulnerable. Puesto que tampoco cuenta con alcantarillado y los residuos los direccionan al mar, generando contaminación ambiental. Pero no tienen otra opción, más que ingeniárselas por si solos para poder subsistir.

Si la comuna no cuenta con agua potable y luz eléctrica, tampoco cuenta con un servicio de telefonía, sin embargo, existe un punto de internet otorgado por la alcaldía de Guayaquil, con el fin de que los niños de la única escuela aprendan.

3.1.2. Educación

En el ámbito educativo, la comuna “Masa 2” cuenta con una escuela de Educación Básica llamada “Simón Bolívar”, la cual está integrada por 20 niños aproximadamente, y una docente que imparte sus conocimientos de educación básica.

La docente encargada de impartir las clases visita la comuna una sola vez al mes, para lo cual deja con tareas y actividades escolares a los niños, con el fin de revisarlas en su próxima visita a la comuna.

3.1.3. Salud

Dentro del sector de la salud, se han impartido brigadas para fortalecer el cuidado de la ciudadanía en general, donde no se cuenta con un centro médico, como es el caso de la comuna Masa 2, donde no cuentan con un centro de atención frente a enfermedades o complicaciones.

Sin embargo, para cuidar la salud y bienestar de los habitantes del sector existe una brigada que acude permanentemente a la zona, permitiendo que los comuneros acudan de forma gratuita a sus chequeos para prevenir enfermedades.

3.1.4. Acceso

Para visitar o ingresar a este sector se opta por utilizar dos vías de acceso únicas, entre ellas están:

1. Vía terrestre: el ingreso se lo realiza por el sur de la ciudad de Guayaquil. Esta comuna tiene un acceso de tercer orden lo que dificulta el ingreso de vehículo, y el tiempo aproximado de llegada es de 1 hora. Hay que tener en cuenta que, para ingresar a este sector se debe obtener un permiso, esto debido a que se encuentra ubicado en un área donde se instalan camaroneras privadas, para ello, se otorga un informe donde se detalla los nombres de los visitantes con 3 días de anticipación.

2. Vía marítima: desde el mercado de Caraguay ubicado en la ciudad de Guayaquil, a cuarenta (40) minutos vía marítima, se encuentra ubicada la comuna Masa 2. El servicio de transporte lo realiza mediante una lancha, que sale desde el mercado nombrado anteriormente, quiénes cobran un valor de \$5 el viaje de ida y retorno.



Figura 6. Embarque hacia la Comuna Masa 2

Fuente: Autores, 2021

3.2. Introducción a la energía fotovoltaica solar

La energía obtenida de los paneles solares fotovoltaicos es una fuente limpia, renovable e inagotable, y puede ser utilizada donde se produce. (autogestionada) (Méndez & Cuervo, 2007). En este contexto, la sostenibilidad energética futura vendrá del uso de nuevas fuentes de energía.

La energía solar es una gran ventaja para proporcionar luz en diferentes lugares y para realizar diversas actividades, puesto que esta energía no se transforma. De esta manera, es una energía con mejor opción de surgir con el pasar del tiempo, entre sus ventajas y desventajas se encuentran las siguientes:

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica

VENTAJAS	No daña el medio ambiente.
	No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente o seres vivos.
	Es distribuida por todo el mundo.
DESVENTAJAS	No genera mucho coste, solamente la instalación y mantenimiento que es accesible.
	No existe dependencias por parte de las grandes empresas.
	Se precisan sistemas de acumulación que contienen agentes químicos peligrosos.
DESVENTAJAS	Puede afectar a los ecosistemas por la implementación de los paneles, en el caso de grandes instalaciones.
	Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno.

Fuente: (Méndez & Cuervo, 2007)

Frente a estas afirmaciones se puede asegurar que la radiación solar incide positivamente en la tierra la cual se puede aprovechar, puesto que tiene la capacidad de calentar y generar un aprovechamiento mediante dispositivos. Sin embargo, la fuerza de esta radiación es variable dependiendo la hora del día, las condiciones atmosféricas y, especialmente, la latitud en la que se produce. Por el contrario, se dice que la energía fotovoltaica es la energía del futuro, que no contiene ciclos termodinámicos, con duración ilimitada (Sánchez D. , 2012).

Para la generación fotovoltaica se toma en cuenta dos grupos:

1. **Sistemas conectados a la red eléctrica:** se utiliza con fines de desarrollo
2. **Sistemas aislados:** Se utiliza como fuente alternativa de energía eléctrica a la red. (pág. 7).

Este sistema se caracteriza por:

- La simplicidad y facilidad de instalación.
- Ser modulares.
- Tener una larga duración.
- Poseen una elevada fiabilidad.
- Funcionamiento silencioso (pág. 7).

3.2.1. Módulo fotovoltaico

Este módulo consiste en una agrupación de celdas que se encuentran interconectadas eléctricamente, encapsuladas y montadas en un laminado, y una estructura con un soporte para proteger al módulo, un panel con celdas solares son un equipo que puede hacer la conversión de la energía producida por el sol en energía eléctrica. (Sánchez D. , 2012).

Para el diseño e implementación del sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en una vivienda en zona rural situado en el Golfo de Guayaquil, se ha establecido que el generador fotovoltaico cubrirá las necesidades básicas de los habitantes, puesto que podrán obtener luz eléctrica durante el día y no solo 3 horas por las noches.

3.2.2. Vida útil del sistema fotovoltaico

Los paneles solares o módulos fotovoltaicos tienden a durar alrededor de 30 años y son la parte más confiable de una instalación, sin embargo, cuanto más eficiente se implemente el sistema, menor se descargará la batería, alargando el tiempo de uso por parte de las familias de la comuna Masa 2 (Gómez, 2018).

3.2.3. Tipos de paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos se pueden clasificar en dos tipos, los cuales se detallan en los siguientes cuadros:

Tabla 2. Panel monocristalino

Panel monocristalino	Datos	Especificaciones
	ITEM NO:	ECO 60W-M
	Maximum Power (W)	60
	Optimum power voltage (Vmp)	18.86
	Optimum Operative Current (Imp)	3.18
	Open circuit Voltage (VoC)	22.35
	Short circuit current (Isc)	3.4
	Solar cell	125*82 mono
	Number of cell (pcs)	4*9
	Brand name of solar cells	Jetion cell
	Size of module (mm)	800*546*35
	Front glass thickness (mm)	3.2
	Temperatura range	-40°C to +85°C
	Module efficiency (%)	13.73%
	Warranty	90% of 10 years, 80% of 25 years
	Standard test conditions	AM 1.5 1000W/m ² 25+/- 2°C

Fuente: (Barbosa, 2013)

Tabla 3. Panel policristalino

Panel policristalino	Datos	Especificaciones
	ITEM NO:	ITEM NO
	Maximum Poer (W)	60
	Optimun powre voltaje (Vmp)	17.49
	Optimun Operative Current (Imp)	3.43
	Open ircuit Voltage (VoC)	21.67
	Short circuit current (Isc)	3.67
	Solar cell	156*70 Poly
	Number of cell (pcs)	4*9
	Brand name os solar cells	Jetion cell
	Size of module (mm)	710*668*35
	Front glass thickness (mm)	3.2
	Temperatura range	-40°C to +85°C
	Module efficiency (%)	12.65%
	Warranty	90% of 10 years, 80% of 25 years
Standard test conditions	AM 1.5 1000W/m ² 25+/- 2°C	

Fuente: (Barbosa, 2013)

La eficiencia de un panel solar es basada en la relación entre la potencia útil (Pu), la cual es la potencia máxima que teóricamente puede proporcionar el panel, y la potencia absorbida (Pa), que es la potencia real recibida, por lo que se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Rendimiento del panel

$$n = 00 (1) \left(\frac{Pu}{Pa} \right). (1)$$

3.2.4. Características de las baterías para el sistema fotovoltaico

Para instalaciones de sistemas fotovoltaicos, se recomienda un banco de baterías para almacenar la energía eléctrica generada durante la radiación para su uso posterior cuando hay poca o ninguna radiación.

Es importante señalar que la confiabilidad de los dispositivos de electrificación global es dependiente en una gran medida de la confiabilidad de estos sistemas de almacenamiento de energía y, por lo tanto, es un elemento al que se le debe dar alta prioridad. (Sánchez D. , 2012).

Por consiguiente, es recomendable tener en cuenta las siguientes características:

Capacidad: La cantidad de energía que se puede obtener descargando completamente una batería inicialmente cargada. La capacidad de una batería es medida en amperios-hora (Ah), y una batería de 130 Ah puede proporcionar 130 A en una hora o 1300 A en 10 horas durante un determinado tiempo de descarga. (pág. 25).

Autodescarga: Es el proceso por el cual el acumulador tiene tendencia a descargarse.

Eficiencia de carga: La relación entre la energía utilizada para cargar la batería y la energía almacenada. Tener una batería 100% eficiente significa que toda la energía utilizada para la carga puede ser repuesta en posteriores descargas. Si la eficiencia de carga es baja, la unidad debe equiparse con más paneles para realizar la misma aplicación. (pág. 25).

Profundidad de descarga: El valor porcentual de la energía extraída de una batería completamente cargada durante la descarga. Una batería totalmente descargada puede dañarse gravemente y perder la mayor parte de su capacidad de carga. Existen diferentes tipos de baterías: Cloruro de Zinc (Zn-C12) - Plomo Ácido - (Pb-ácido) - Níquel Hierro (Ni-Fe) - Níquel Zinc (NiZn) - Níquel Cadmio (Ni-Cd) (pág. 25).

Entre los tipos de baterías que se debe tener en cuenta son los siguientes:

Tabla 4. Tipos de baterías

IMAGEN	BATERÍA
	Plomo ácido (Pb ácido)
	Níquel Cadmio (Ni Cd)
	Níquel Hierro (Ni Fe)
	Níquel Zinc (NiZn)



Zinc Cloro (Zn C12)

Fuente: (Sánchez D. , 2012)

CAPÍTULO 4

4.1. Diseño del sistema solar fotovoltaico para vivienda

4.1.1. Antecedentes

En este apartado, se hace mención a todos los puntos a analizar la estructura del diseño para el sistema solar fotovoltaico en una vivienda ubicada en la zona rural del Golfo de Guayaquil, comuna Masa 2. Para ello, se amerita de obtener información sobre los diferentes cálculos para desarrollar el dimensionamiento de los equipos, es así que el esquema del sistema fotovoltaico está compuesto de:

- Orientación e inclinación.
- Cálculo del sistema total
- Cálculo para una inclinación óptima.
- Orientación del panel solar.
- Información de la familia beneficiaria.
- Dimensión del panel solar
- Plano arquitectónico y eléctrico de la vivienda.
- Diseño Unifilar del sistema
- Plantilla de circuito derivado por familia
- Cálculos técnicos
- Cálculo de la batería
- Cálculo inversor

4.1.2. Orientación e inclinación

Esta inclinación que se le da a los módulos fotovoltaicos y su orientación debe darse a través de dos ángulos, siendo la de orientación e inclinación. Bajo esta afirmación, se ha podido evidenciar que la orientación del módulo fotovoltaico se encuentra direccionada hacia la energía del sol, lo que permite menor pérdida y hace que el sistema sea óptimo.

En este contexto, la vivienda favorecida con el sistema fotovoltaico ubicada en la comunidad "Masa 2" de la ciudad de Guayaquil, posee un ángulo de 0° , lo que permite

aprovechar la energía que emana el sol. En cuanto a la inclinación, los módulos deben ser ubicados de forma horizontal, esto se da porque la vivienda se encuentra ubicada en un territorio donde el sol de en dirección perpendicular, y al colocar el módulo inclinado se aprovecha al 100% la energía solar.

4.1.3. Cálculo de la inclinación óptima

Para poder realizar el cálculo de inclinación de panel solar vamos a utilizar la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Cálculo de inclinación óptima

$$\begin{aligned}\beta_{opt} &= 3.7 + 0.69|0| \\ \beta_{opt} &= 3.7 + 0.69|2.0798| \\ \beta_{opt} &= 3.7 + 1.43 \\ \beta_{opt} &= 5.13^\circ\end{aligned}$$

0 = Latitud del lugar

β_{opt} = ángulo de inclinación óptima

Entonces hará valores menores a 15°, tenemos que usar un valor de = 15° para la inclinación, que en este caso pasa en Ecuador cuando la latitud del país es muy pequeña.

4.1.4. Orientación del panel solar

La vivienda beneficiada contará con un sistema fotovoltaico ubicado en la comunidad “Masa 2”, de la ciudad de Guayaquil, la cual tendrá un ángulo del 15° de manera horizontal, lo que permite aprovechar la energía que emana el sol, a su vez permite evitar la acumulación de polvo y otros agentes que impidan la libre recepción de la energía solar.

4.1.5. Información de la familia beneficiada

En este apartado se especifica la información de la familia, quienes se beneficiarán de la instalación del sistema fotovoltaico. Por ello, se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Datos personales.
- Artefactos eléctricos utilizados actualmente.

Tabla 5: datos de la familia.

Familia beneficiada	
Familia Bonilla Espinoza	
Integrantes	
Nombre del jefe de hogar	José Gabriel Bonilla Rodríguez
Cédula de identidad	0917751828
Madre de familia	Mercedes Janeth Espinoza Bohórquez
Cédula de identidad	0951217009
Hijo(a) #1	Adam Gabriel Bonilla Espinoza
Cédula de identidad	0959202052
Hijo(a) #2	José Gabriel Bonilla Espinoza
Cédula de identidad	No posee

Fuente: Autores, 2022

Tabla 5. Información de artefactos eléctricos

Artefactos eléctricos				
Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia Unitaria	Potencia Total
1	Iluminación	4	9	36w
2	Televisión	1	110	110w
3	Ventilador	1	60	60w

Fuente: Autores, 2021

4.1.6. Plano arquitectónico y eléctrico de la vivienda

4.1.6.1. Plano arquitectónico



Figura 7. Plano arquitectónico de la vivienda beneficiada

Fuente: Autores, 2021

4.1.6.2. Plano eléctrico

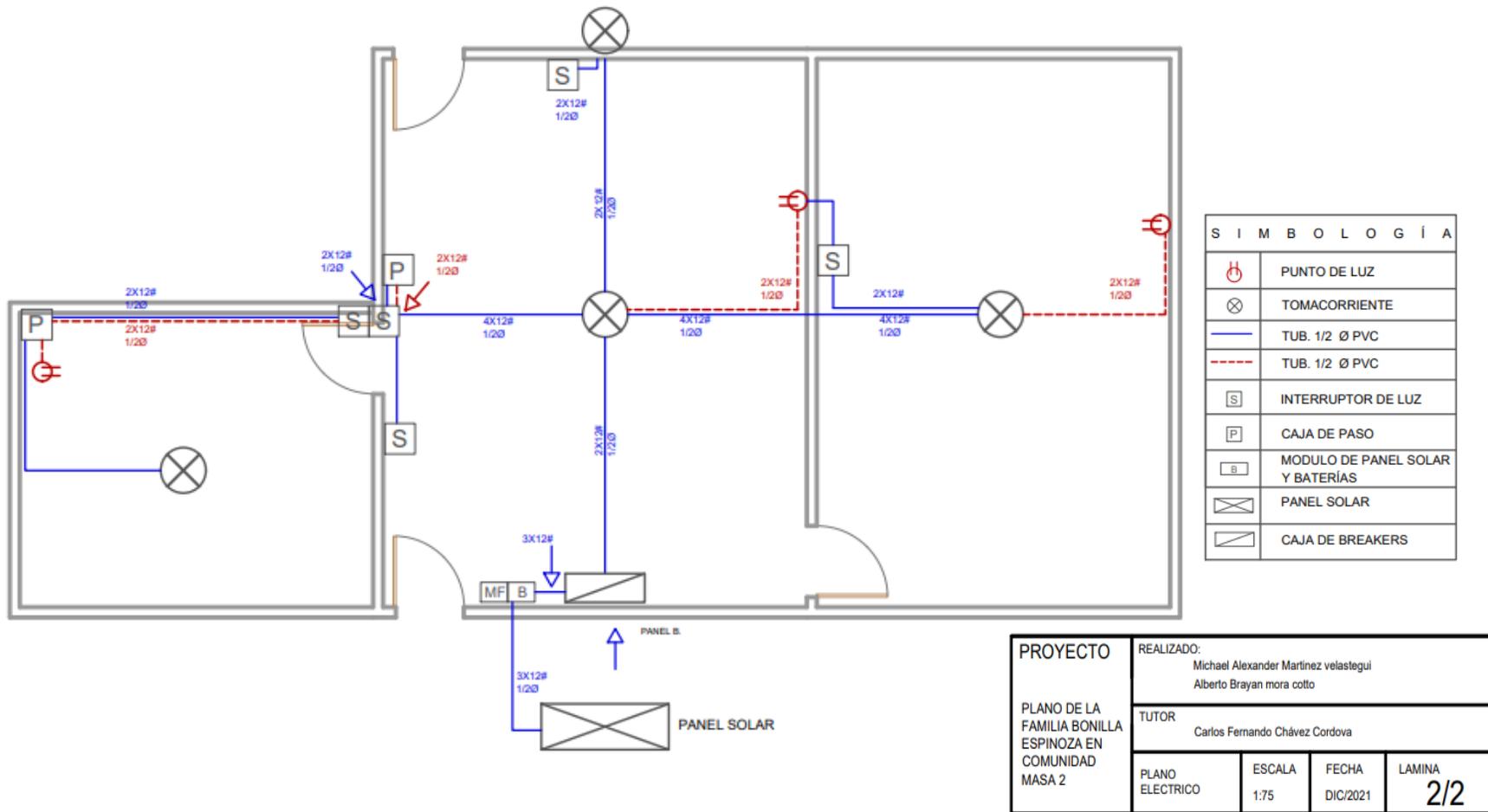
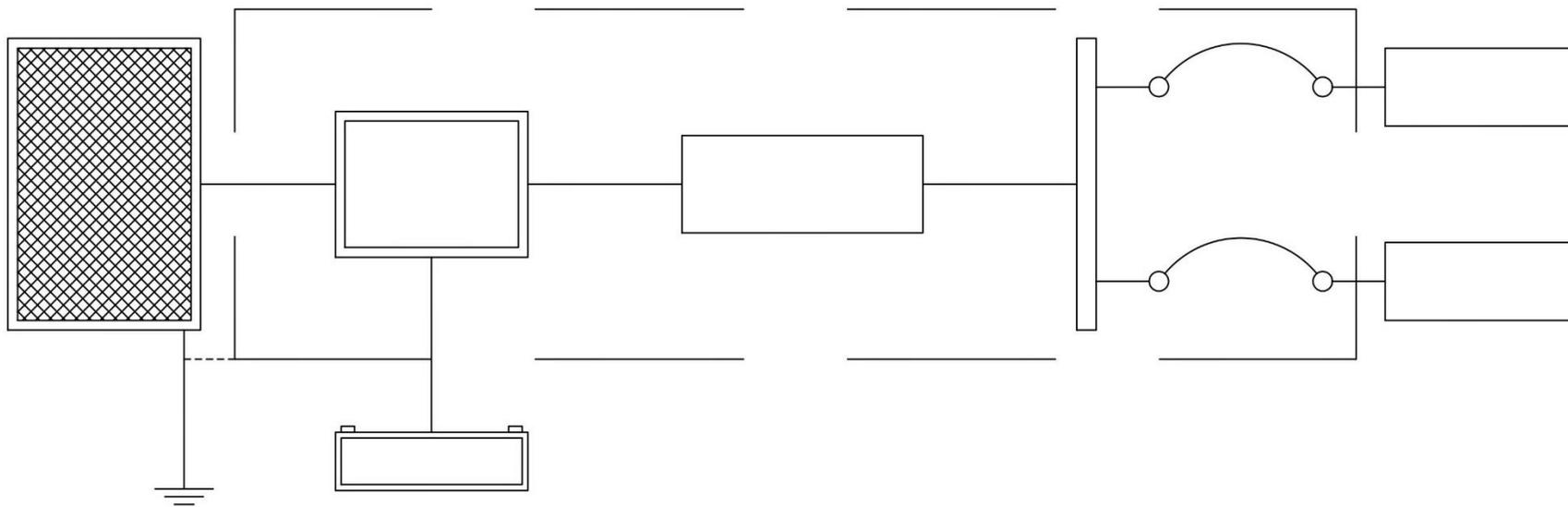


Figura 8. Plano eléctrico de la vivienda beneficiada

Fuente: Autores, 2021

4.1.7. Diseño UNIFILAR del sistema

Diseño Unifilar del Sistema Solar



Fuente: Autores, 2021

4.1.8. Cálculos técnicos

4.1.8.1. Estudio de Carga

potencia por circuito

Total, de la potencia 1 = $4 \times 9w = 36w$

Total, de la potencia 2 = $1 \times 110w = 110w$

Total, de la potencia 3 = $1 \times 60w = 60w$

Consumo diario por circuito

Total, de la potencia del circuito 1: 36w

Horas de consumo: 6 h

Total, de watts: 216w/h

Total, de la potencia del circuito 2: 110w

Horas de consumo: 5 h

Total, de watts: 550w/h

Total, de la potencia del circuito 3: 60w

Horas de consumo: 4 h

Total, de watts: 240w/h

- **Potencia total instalada**

Total, de la potencia del circuito 1: 36w

Total, de la potencia del circuito 2: 110w

Total, de la potencia del circuito 3: 60w

Total, de la potencia del circuito instalada: 206w

- **Consumo Diario**

Total, del consumo del circuito 1: 216w/h

Total, del consumo del circuito 2: 550w/h

Total, del consumo del circuito 3: 240w/h

Total, Consumo de los circuitos w/h: 1006w/h

4.1.9. Cálculo total del consumo de energía del sistema

Para correlacionar el consumo absoluto de energía del proceso del sistema fotovoltaico, se debe considerar la eficiencia de la unidad con la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Cálculo total del consumo de energía del sistema

$$L = \frac{Lcc}{nbat} + \frac{Lca}{nbat \times ninv} \quad (1)$$

L = La media de energía que se consume diario

Ninv: Rendimiento de los inversores

Lca: Gasto de la energía diaria en CA

Lcc: Gasto de la energía diaria en CC

Nbat: Agotamiento de batería

Con la eficiencia del 95% en los dispositivos obtendremos los siguientes valores:

Ecuación 7. Valores totales

$$L = \frac{0}{0,90} + \frac{1006}{0.90 \times 0.90} \quad (1)$$

$$L = 1241.97w/h$$

4.1.10. Cálculo de la batería

Para obtención del sistema de batería, se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 8. Cálculo de la batería

$$Csb = \frac{Ecm \times Daut}{Vsh \times Mpd}$$

Ecm = Consumo máximo de energía

Cab = Cabida del sistema de baterías

Mpd = Fondo de descarga máxima

Vsb = Voltaje del sistema de baterías

Con los datos correspondientes obtendremos el siguiente valor:

Ecuación 9. Valor total del cálculo de la batería

$$Csb = \frac{1241.97wh \times 3das}{12Vdc \times 70\%}$$

$Csb = 443.56$ Ah

La cantidad de baterías en serie que usaremos para nuestro sistema en la vivienda será la siguiente:

Ecuación 10. Fórmula para el voltaje de sistema de baterías

$$Vsb = Ns \times Vb$$

Vb = Voltaje de baterías

Vsb = Voltaje de sistema de baterías

Bs = Baterías en serie

$$Ns = \frac{Vsb}{Vb}$$

$$Ns = \frac{24}{12}$$

$$Ns = 2$$

4.1.11. Tamaño del panel solar

El número del módulo de paneles solares que iremos a usar en nuestra casa va a ser el siguiente:

Ecuación 11. Dimensionamiento del panel solar

$$Ecm = 1.2 * c$$

Ecm = Energía de consumo Máximo

C = Consumo

$$Ecm = 1.2 \times 0$$

$$Ecm = 1.2 \times 1006$$

$$Ecm = 1207.2w/h$$

Definimos la potencia nominal:

$$E = Pn \times t \times Pr$$

$$T = \frac{51.400}{1000}$$

$$T = 51.4$$

Ecuación 12. Potencia nominal

$$Pn = \frac{1241.97wh}{51.4 \times 0.168}$$

$$Pn = 143.82w$$

Tenemos en cuenta que:

P_r = Eficacia del sistema

T = Tiempo solar pico

E = Energía

Con esto vamos a poder considerar la potencia pico con la siguiente fórmula:

Ecuación 13. Potencia pico.

$$Pp = 1.2 \times 143.82$$

$$Pp = 172.59w$$

P_p = Potencia pico

Después de encontrar las potencias. veremos cómo calcular el número de módulo fotovoltaico:

Ecuación 14. Número de módulos fotovoltaicos

$$N = \frac{Pp}{P_{mond}}$$

$$N = \frac{172.59}{1.25 \frac{1241.97}{51.4}}$$

$$N = 5.71 = 6 \text{ Modulos fotovoltaicos}$$

P_{mod} = Potencia del módulo fotovoltaico

N = Cantidad de módulos con celdas fotovoltaicos

4.1.12. Cálculo inversor

Para lograr encontrar el costo del inversor debemos tener en cuenta, que la potencia pico es la proporción del panel calculada del módulo fotovoltaico. así tenemos la posibilidad de hallar la potencia elemental del inversor.

P_t = Potencia total

Ecuación 15. Cálculo inversor

$$P_p = 1.25 \times (P_t \times 3)$$

$$P_p = 1.25 \times (206 \times 3)$$

$$C_{sb} = 772.5w$$

Con esta potencia que consumirá el inversor está dentro del rango y funcionará con toda normalidad.

Para encontrar los módulos en serie, se va a utilizar la siguiente fórmula.

Ecuación 16. Número de módulos fotovoltaicos en serie

$$N_s = \frac{V_{sb}}{V_{mpp}}$$

N_s = Número de módulos en serie

V_{sb} = Voltaje del sistema de baterías

V_{mpp} = Voltaje del MPP del módulo

$$N_s = \frac{24}{32.3v}$$

$$N_s = 0.47$$

$$N_s = 1$$

4.1.13. Plantilla del circuito derivado de la familia

Tabla 6. Plantilla de circuito derivado por familia

Planilla de circuito derivado por familia			
Trabajo:	Comuna "Masa 2"	Familia:	Bonilla Espinoza
Fecha:		Integrantes:	2 adultos 2 niños
Archivo:	Estudio de la Carga para emplear		
Ubicación:	-2.384000,-79.860389		
Carga en corriente alterna 120 VAC			

Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia Unitaria	Potencia Total	Horas	Watts/Horas	Descripción
1	Iluminación	4	9	36w	6	216	Alumbrado exterior e interior
2	Televisión	1	110	110w	5	550	Entretenimiento
3	Ventilador	1	60	60w	4	240	Confort

Fuente: Autores, 2021

Cálculo del método fotovoltaico		
Consumo en corriente alterna	1006	W/h
Consumo en corriente continua	0	W/h
Eficiencia del acumulador	0.85	
Eficiencia del inversor	0.85	
Consumo del medio total	1241.97	W/h
Capacidad del sistema de batería	443.56	Ah
Voltaje de la batería	12	V
Irradiación solar	51400	Wh/m ²
Potencia del módulo solar	35.42	Wp
Potencia del inversor	772.5	W

4.1.14. Software PVSYST

Esta herramienta permite realizar un análisis de los sistemas solares fotovoltaicos, la cual nos permite determinar el tamaño respecto a los rayos del sol y su ubicación, permitiendo el diseño en 3D con sombras, gracias a la simulación de los movimientos del sol durante el periodo del día. (García, 2015).

Además de los tipos principales de conexión a la red y aislamiento, también contempla dos variantes para la instalación, bombeada y conectada a CC. Incluye una gran cantidad de opciones y permite modificar e incluir todos los datos necesarios para un estudio detallado (García, 2015).

4.1.15. Simulación software PVSYST



Figura 9. Software PVsyst

Fuente: PVSyst, (2021)

Con el uso del software, el desarrollo del diseño de la estructura del sistema de forma adecuada, implementando la potencia indicada, donde se ha tomado en cuenta los siguientes datos:

- Tiempo de maniobra.
- Número de elementos.
- Potencias unitarias.

Además, se pudo identificar y localizar los módulos fotovoltaicos en base en la orientación e inclinación del sistema, misma que con tiempo previo se ha calculado. Hay que considerar que la vivienda beneficiada al ubicarse en un lugar libre de obstáculos ha permitido el trabajo rápido y eficaz.

4.1.16. Normativas técnicas

Los equipos o artefactos que trabajan con energía eléctrica comúnmente son ajustados mediante normas técnicas, y las más utilizadas para este tipo de trabajos enfocados a sistemas fotovoltaicos son las IEC e IEEE, siendo indispensables para la administración y construcción.

4.1.16.1. IEC

De acuerdo con la norma IEC para la medición de descargas parciales, en todos los transformadores de potencia se realiza una prueba de sobretensión inducida. (Gómez G. , 2018).

4.1.16.2. IEEE

De acuerdo con los valores estándar de IEEE, las mediciones de descargas parciales se realizarán en el "nivel de medición de una hora", antes y una hora después del refuerzo. (Gómez G. , 2018).

CAPÍTULO 5

5.1. Implementación del sistema fotovoltaico a la familia beneficiada

5.1.1. Antecedentes

El proyecto de tesis se enfoca en diseñar un sistema fotovoltaico el cual conlleva al estudio de cargas de iluminación y la implementación de paneles solares los cuales dotaran de energía eléctrica a una vivienda de la comuna “Masa 2” de la ciudad de Guayaquil provincia del Guayas.

Para tener una visión del territorio en mención, a continuación, se muestran diferentes vistas del lugar donde se encuentra ubicada la vivienda beneficiada.

5.1.1.1. Vista específica

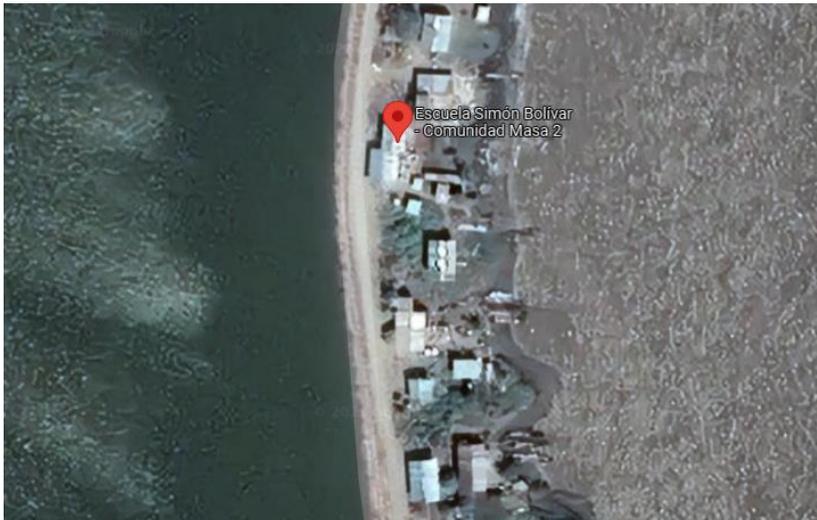


Figura 10. Vista específica

Fuente: Google Maps, 2021

5.1.1.2. Vista general

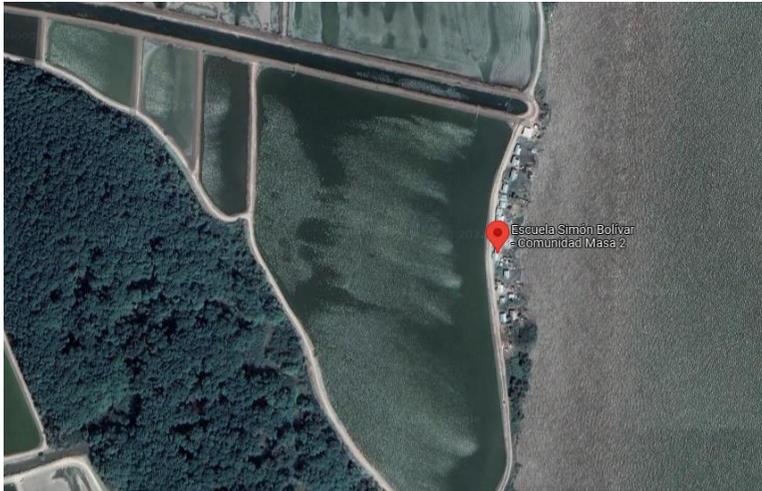


Figura 11. Vista general

Fuente: Google Maps, 2021

5.1.1.3. Vista global tomada de Google Maps

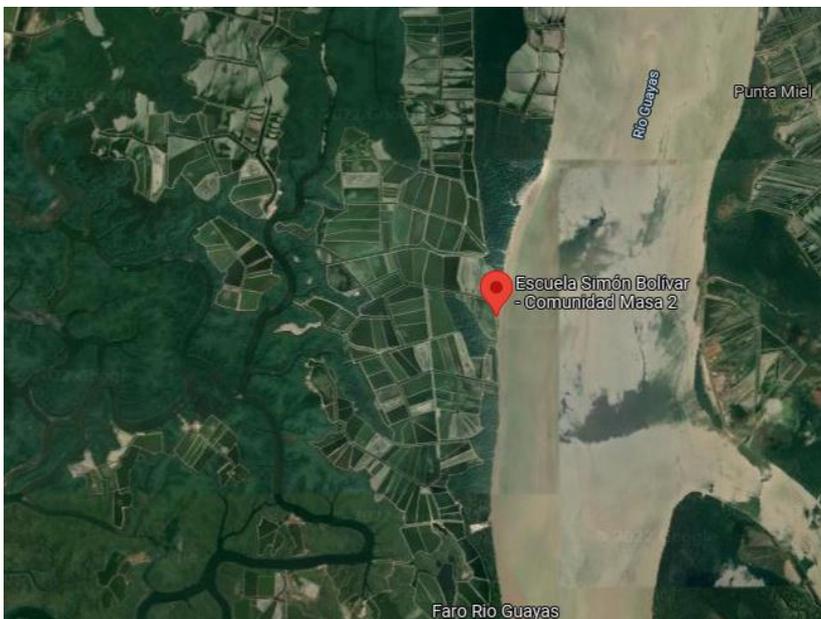


Figura 12. Vista global

Fuente: Google Maps, 2021

5.1.2. Componentes empleados para el sistema fotovoltaico

5.1.2.1. Paneles solares

La implementación de paneles solares solventará las necesidades principales que tiene la vivienda ubicada en la Comuna masa 2, tales como: la falta de corriente eléctrica en toda la vivienda, reducir el costo del consumo energético, y contrarrestar la falta de corriente que se generan en la zona (Ramos & Luna, 2014).



Figura 13. Paneles solares

Fuente: (Tanita, 2020)

Un panel solar consta de varias celdas idénticas que están interconectadas eléctricamente, en paralelo o en serie, por lo que el voltaje y la corriente que es suministrada por el panel aumenta hasta llegar al ajuste deseado. (Chuquín & Marquez, 2011).

5.1.2.2. Banco de baterías

El paquete de baterías está en una estructura metálica, que puede ser independiente y se aplica según el modelo y la cantidad. El paquete de baterías almacena la energía que usará el sistema UPS durante el uso de la red. Además, consisten en paquetes de baterías conectados en serie para lograr el valor de voltaje VCC y la capacidad de

Available Energy	503.3 kWh/year	Specific production	1243 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	59.62 %
Used Energy	364.5 kWh/year			Solar Fraction SF	96.96 %

5.1.4. Diseño del sistema fotovoltaico

5.1.4.1 Parámetros generales

Stand alone system

Stand alone system with batteries

PV Field Orientation

Orientation

Fixed plane

Tilt/Azimuth 15 / 0 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteorom

Circumsolar separate

User's needs

Daily household consumers

Constant over the year

Average 1.0 kWh/Day

5.1.4.2 Características del sistema fotovoltaico

Este sistema independiente consta de un panel solar fotovoltaico modelo Jinksolar Cheetah Hc 72m-V 390-410 Watt, dos unidades de baterías de 12V conectadas en serie de tecnología plomo-acido con capacidad de 109 Ah, un Inversor Phoenix 250VA y un controlador de carga Bluesolar MPPT 75/15V.

PV module

Manufacturer Generic

Model JKM405M-72H

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 405 Wp

Number of PV modules 1 Unit

Nominal (STC) 405 Wp

Modules 1 String x 1 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 370 Wp

U mpp 37 V

I mpp 9.9 A

Controller

Manufacturer Generic

Model SmartSolar MPPT 100/15 24V

Technology MPPT converter

Temp coeff. -2.7 mV/°C/Elem.

Converter

Maxi and EURO efficiencies 98.0 / 96.0 %

Total PV power

Nominal (STC) 0 kWp

Total 1 modules

Module area 2.0 m²

Cell area 1.8 m²

Battery

Manufacturer Generic

Model BAE Secura Block Solar 12 V 2 PVS 140

Technology Lead-acid, vented, tubular

Nb. of units 2 in series

Discharging min. SOC 20.0 %

Stored energy 2.1 kWh

Battery Pack Characteristics

Voltage 24 V

Nominal Capacity 109 Ah (C10)

Temperature Fixed 20 °C

Battery Management control

Threshold commands as Battery voltage

Charging 27.5 / 25.1 V

Corresp. SOC 0.92 / 0.75

Discharging 23.4 / 24.4 V

Corresp. SOC 0.18 / 0.45

5.1.4.3 Pérdidas del sistema fotovoltaico

Thermal Loss factor		DC wiring losses		Serie Diode Loss	
Module temperature according to irradiance		Global array res.	62 mΩ	Voltage drop	0.7 V
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.7 % at STC
Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s				
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss	
Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

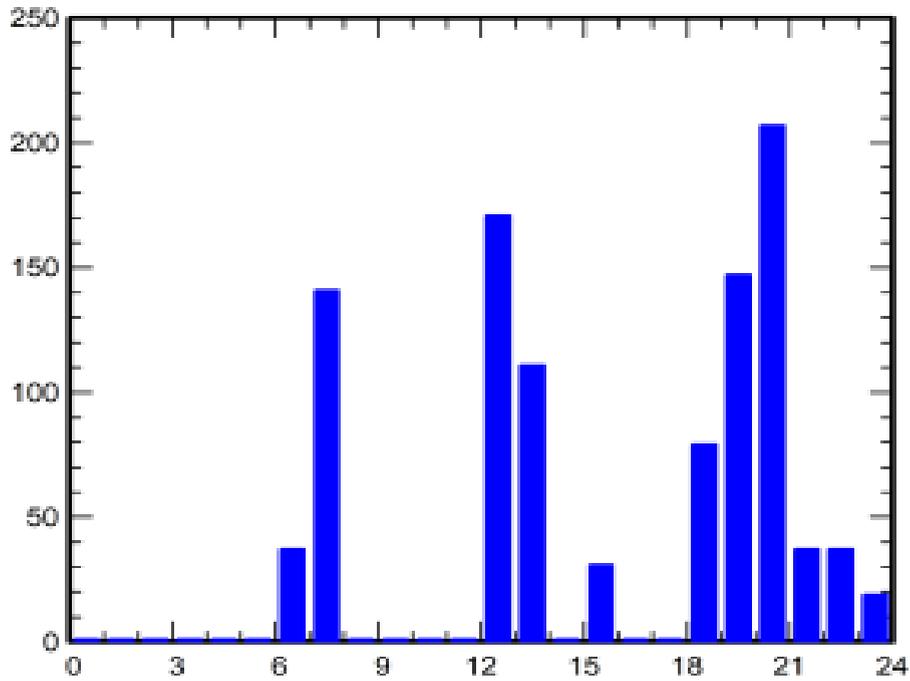
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

5.1.4.4 Necesidades detalladas del usuario

En el domicilio de la familia Bonilla Espinoza ubicado en la comunidad masa 2, se colocó 4 focos ahorradores de 9 watts el cual se le dará uso aproximadamente 6 horas con una potencia total consumida de 216 Wh/día, un tomacorriente de 110V para un televisor con un total de 5 horas al día con una potencia total consumida de 550wh/día y un tomacorriente de 110V para un ventilador con aproximadamente 4 horas de uso al día con un total de 240 Wh/día, considerando los consumidores en espera que será 24 Wh/día. El cual da un total de 1030 Wh/día de energía total diaria.

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	4	9W/lamp	6.0	216
TV / PC / móvil	1	110W/app	5.0	550
Electrodomésticos	1	60W/app	4.0	240
Consumidores en espera			24.0	24
Total daily energy				1030Wh/day

5.1.4.5 Distribución horaria



5.1.5. Resultados de la simulación del sistema fotovoltaico con el uso de PVSYST

5.1.5.1 Resultados principales

System Production

Available Energy 503.3 kWh/year
Used Energy 364.5 kWh/year
Excess (unused) 119.7 kWh/year

Specific production 1243 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 59.62 %
Solar Fraction SF 96.96 %

Loss of Load

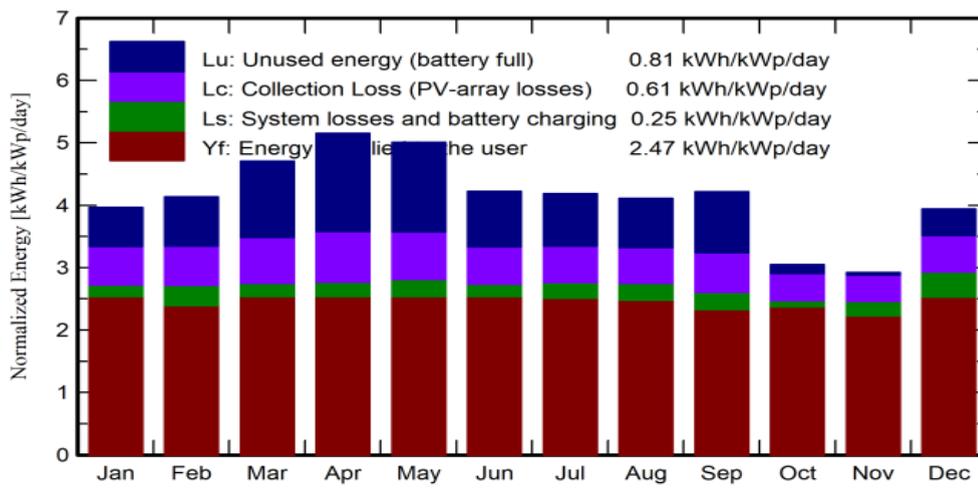
Time Fraction 3.4 %
Missing Energy 11.4 kWh/year

Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW 94.0 %
Static SOW 90.0 %

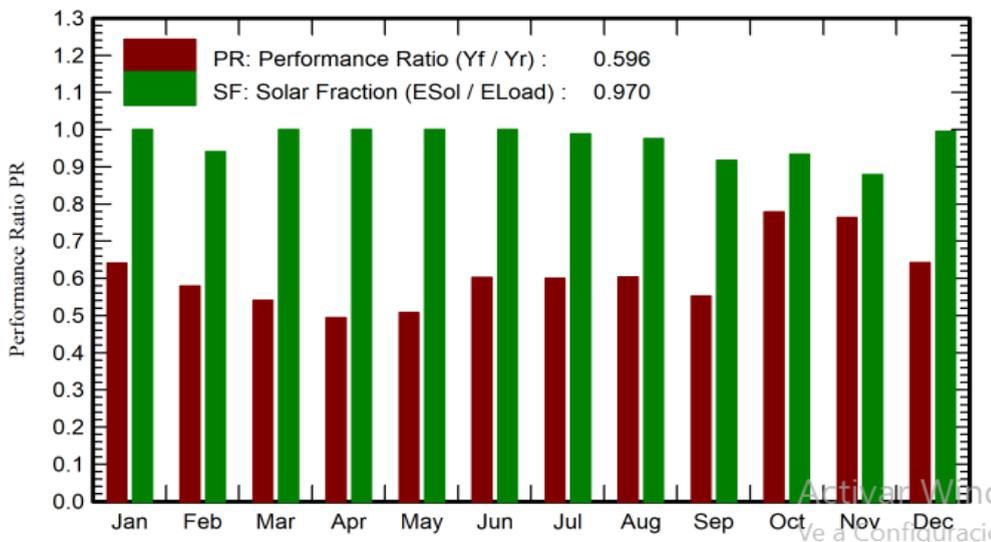
5.1.5.2 Producciones normalizadas (por kW instalado)

Se puede observar que el color azul es el rango que representa la energía utilizada cuando la batería está cargada al máximo 0.81kWh/kWp/día, de color lila la pérdida de colección de la matriz 0.61kWh/kWp/día, de color verde la pérdida del sistema con carga de la batería 0.25kWh/kWp/día y de color café la energía utilizada por el usuario 2.47kWh/kWp/día en los respectivos meses del año.



5.1.5.3 Relación de rendimiento PR

De color café se puede observar el rendimiento radial que es de 0.596 y de color verde la fracción solar que es de 0.970 en los respectivos meses del año.



5.1.5.4 Balances y resultados principales

Se puede observar que en el mes de mayo se obtuvo el mayor aprovechamiento de energía solar captada durante el año con un total de 52.04 kWh. Mientras que en el mes de noviembre podemos observar un bajo aprovechamiento de energía con un total de 28.67 kWh.

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	135.7	118.9	40.65	7.87	0.000	31.93	31.93	1.000
February	122.7	112.5	38.39	8.84	1.698	27.14	28.84	0.941
March	148.5	142.3	48.69	15.36	0.000	31.93	31.93	1.000
April	150.7	151.3	51.59	19.09	0.000	30.90	30.90	1.000
May	145.1	152.1	52.04	17.97	0.000	31.93	31.93	1.000
June	117.7	123.8	42.60	10.73	0.000	30.90	30.90	1.000
July	122.4	126.9	43.85	10.55	0.370	31.56	31.93	0.988
August	123.9	124.4	42.98	9.84	0.778	31.15	31.93	0.976
September	126.8	123.5	42.08	11.85	2.573	28.33	30.90	0.917
October	98.5	91.6	31.10	1.76	2.115	29.81	31.93	0.934
November	94.2	84.8	28.67	0.48	3.757	27.14	30.90	0.878
December	134.5	118.1	40.63	5.31	0.137	31.79	31.93	0.996
Year	1520.8	1470.2	503.26	119.66	11.429	364.52	375.95	0.970

5.1.5.5 Leyendas

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

E_Avail Available Solar Energy

EUnused Unused energy (battery full)

E_Miss Missing energy

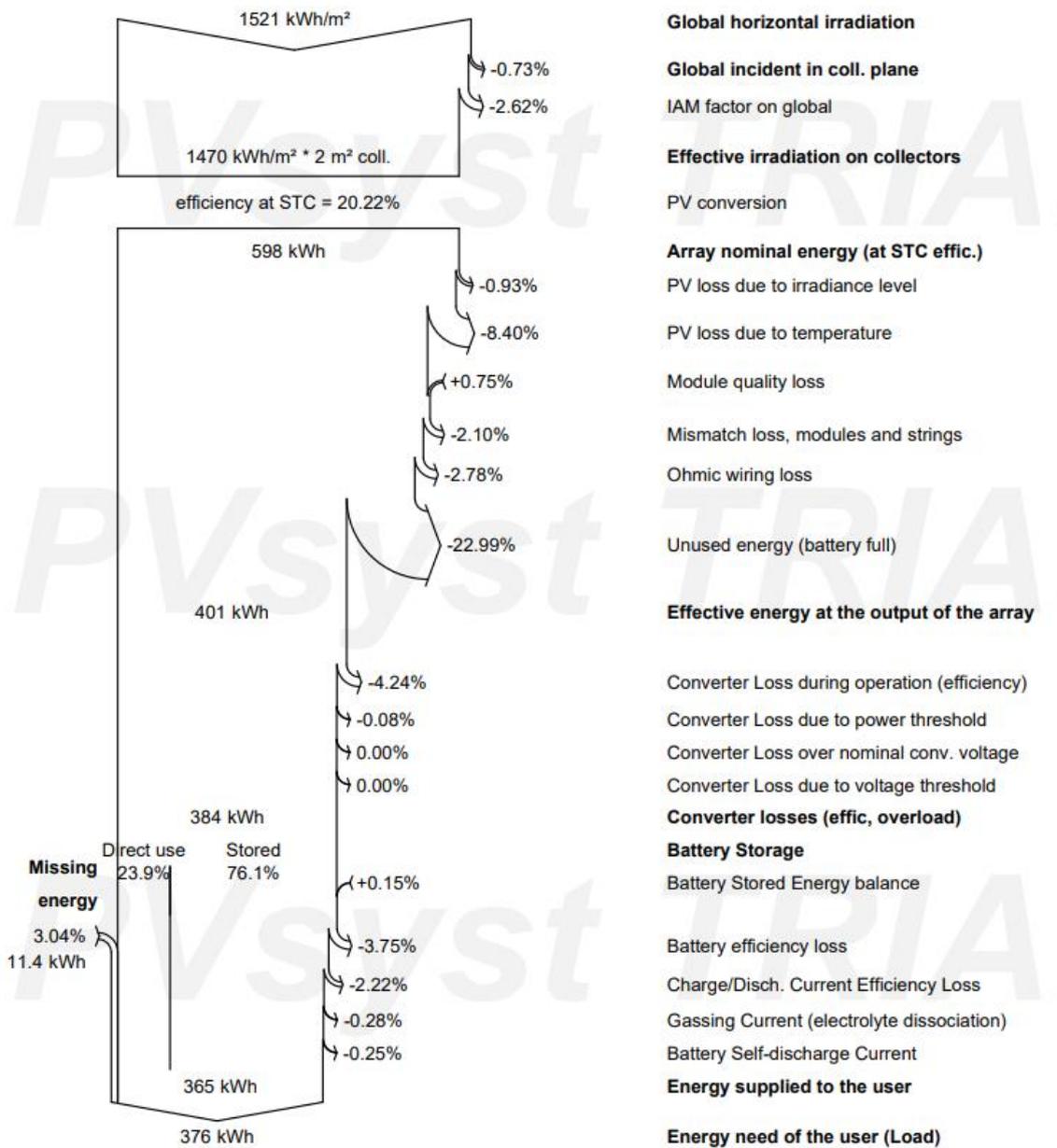
E_User Energy supplied to the user

E_Load Energy need of the user (Load)

SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

5.1.5.6 Diagrama de pérdidas

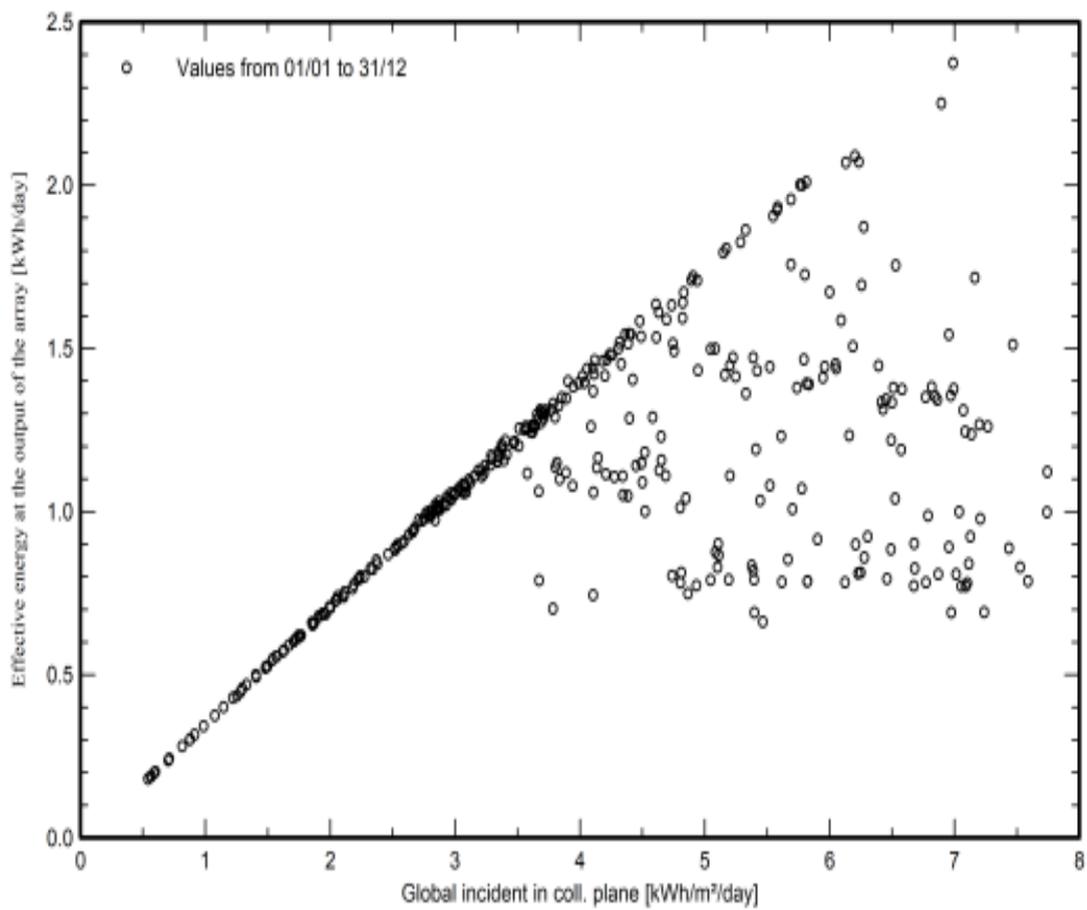
En esta imagen podemos observar la irradiación horizontal global, la irradiación efectiva sobre los colectores, la matriz de energía nominal, la energía efectiva a la salida de la matriz, el almacenamiento de la batería, la energía suministrada al usuario y la necesidad energética del usuario.



5.1.5.7 Graficos especiales

Diagrama entrada / salida diaria

Resultados de la simulación del sistema fotovoltaico con el uso de PVSYST



Fuente: Autores (2021)

CAPÍTULO 6

6.1. Conclusiones y recomendaciones

6.1.1. Conclusión

- Al analizar el diagnóstico situacional de la comuna se llegó a la conclusión, que la implementación de un sistema solar fotovoltaico domiciliario para la comuna “Masa 2” el cual es un sector de bajos recursos es muy factible, ya que después de un análisis de diseño y cálculos eficaces se logró suministrar la energía suficiente para el beneficio de la familia.
- Para el diseño del sistema se hicieron los cálculos de cuanta carga tendrá el sistema fotovoltaico mediante un plano eléctrico de la vivienda para poder entregar energía eficiente y suficiente con un sistema confiable y eficaz para abastecer la carga de la casa.
- Los resultados obtenidos mediante el software de pvsyst, fueron los deseados para cubrir la necesidad de la familia beneficiada, dándonos como conclusión que la implementación de nuestro sistema fotovoltaico ha sido todo un éxito, donde los beneficiarios han tenido respuestas positivas mediante este sistema de energía renovable.
- Se llegó a la conclusión después de un análisis general, que la vivienda situada en la comuna requiere un sistema fotovoltaico que abastezca la carga el cual mediante el uso de simuladores, cálculos y planos eléctricos se logrará el objetivo de mejorar la calidad de vida en dicha comuna.

6.1.2. Recomendaciones

- Se recomienda a los habitantes de la vivienda en el cual se realizó la instalación, tengan una previa capacitación para el mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico y sus componentes, ya que manipular estos componentes sin previo conocimiento pueden afectar el funcionamiento de este.
- Se recomienda impulsar este tipo de proyectos en más lugares como en la comuna “Masa 2” para beneficiar a más familias donde no gozan del servicio eléctrico.
- Se recomienda estudiar y analizar más sistemas de energías renovables para el diseño e implementación para que así más familias utilicen energía eléctrica.
- Se recomienda no manipular materiales, equipos o componentes que conforman el sistema fotovoltaico, puesto que la falta de conocimiento puede resultar perjudicial para quien lo esté manipulando.

ANEXOS

Estándares y normas técnicas implementadas por los equipos del sistema fotovoltaico

Las baterías RITAR cumplen con las Normas

GB/T19639 – 2005, enlace web:

<https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT19639.1-2005>

JIS C8702 -2006, enlace web:

https://arenatecnica.com/en/technical-standards/jis_c_8702-1

IEC 61056-2002, enlace web:

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0029832>

El controlador de carga BlueSolar MPPT 75/15 V, consta con la siguiente norma:

INTE/IEC 62109-1:2018, enlace web:

http://www.copant.org/phocadownload/iec_etech_2021/e-tech%20-%2006-2020%20-%20La%20IEC%20publica%20una%20norma%20revisada%20sobre%20la%20seguridad%20de%20los%20aparatos%20domsticos.pdf

El Inversor Phoenix 250 VA, consta con la siguiente norma:

INTE/IEC 60335-1, enlace web:

http://www.copant.org/phocadownload/iec_etech_2021/e-tech%20-%2006-2020%20-%20La%20IEC%20publica%20una%20norma%20revisada%20sobre%20la%20seguridad%20de%20los%20aparatos%20domsticos.pdf

El Panel Solar Fotovoltaiico Jinkosolar Cheetah HC 72M-V, consta con las siguientes normas:

INTE/IEC 61215, enlace web:

http://www.copant.org/phocadownload/iec_etech_2021/e-tech%20-%2006-2020%20-%20La%20IEC%20publica%20una%20norma%20revisada%20sobre%20la%20seguridad%20de%20los%20aparatos%20domsticos.pdf 2280#:~:text=Esta%20parte%20de%20la%20Norma,Norma%20IEC%2060721%202%201.

INTE/IEC 61730, enlace web:

<https://www.inteco.org/shop/inte-iec-61730-1-2019-cualificacion-de-la-seguridad-de-los-modulos-fotovoltaicos-fv-parte-1-requisitos-de-construccion-3756#:~:text=La%20Norma%20INTE%2FIEC%2061730,en%20climas%20al%20aire%20libre.>

Factura del valor total del sistema fotovoltaico



www.renova-energia.com

FACTURA PROFORMA

Fecha: miércoles, 06 de enero de 2021

Proforma: **RVV - OF - GYO - 0536 - 06/01/21**

RENOVAENERGIA S.A.
RUC: 1792187567001
 Pasaje S.Melo OE1-37 yAv. Galo Plaza Lasso
 Quito - Ecuador
 Celulares: 0958929339
 e-mail: mestrela@renova-energia.com
www.renova-energia.com

CLIENTE: Juan Carlos Lala
 RUC:
 DIRECCIÓN: Guayaquil Ecuador
 TELÉFONO:
 E-MAIL:
 WEB:

OFERTA ECONÓMICA

Equipos	Código y Modelo	C	Precio Unitario	Precio Unitario Incluido IVA	SUBTOTAL	TOTAL (IVA)
Panels PV IVA 0%	Panel Solar MD079-GI Power GP-180P-36, 12Vdc nominal 180Wp, .	3	141,75 \$	141,75 \$	425,25 \$	425,25 \$
Otros Bienes	Otros Bienes RD054 Regulador Victron Energy BlueSolar PWM-LCD&USB 12/24V-30A SCC010030050, .	1	82,68 \$	82,68 \$	82,68 \$	82,68 \$
Baterías	BT065 Ritar Power DC12-150 12Vdc 150Ah@20horas (AGM), 12V, 150Ah	1	392,77 \$	439,90 \$	392,77 \$	439,90 \$
Inversores	IN072 Victron Energy Phoenix Inverter 12/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R PIN122510500, 12V, 250 VA	1	181,91 \$	203,74 \$	181,91 \$	203,74 \$
Otros Servicios	Otros Bienes Transporte Quito - Guayaquil, .	1	15,00 \$	16,80 \$	15,00 \$	16,80 \$

MIL CIENTO SETENTA Y OCHO CON 29/100	Subtotal	1.097,61 \$
DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	Neto:	1.178,29 \$
INCLUYE IMPUESTO AL VALOR AGREGADO IVA		0,00 \$
	Subtotal IVA	
	12%	672,36 \$
	0%	425,25 \$
	IVA 12%	80,68 \$
	Total:	1.178,29 \$

CONDICIONES DE OFERTA

La presente oferta tiene condición de entrega en la ciudad de:

Guayaquil

DISPONIBILIDAD

La disponibilidad para la entrega de los equipos ofertados es de: 2 días calendario contados a partir de la aceptación de la oferta y sus condiciones.

Importante.

La vigencia de la oferta está sujeta a la disponibilidad de los equipos en stock, previo a la compra el cliente deberá consultar la existencia.

VALIDEZ

La validez de la presente oferta es de 15 días calendario contados a partir de la fecha de emisión de la proforma.

Importante.

La validez de la oferta tiene relación con los precios de los equipos, más no con la disponibilidad de los mismos.

FORMA DE PAGO

La forma de pago es de 50% del monto total de la oferta en calidad de anticipo con la aceptación formal de la oferta y el restante 50% contra entrega de equipos en la dirección convenida. (si la entrega es de inmediato el pago será del 100% contra entrega de equipos)

DATOS PARA DEPÓSITOS O TRANSFERENCIAS LOCALES

BANCO	NÚMERO DE CUENTA	TIPO:	A NOMBRE DE:
PICHINCHA	3430558904	CUENTA CORRIENTE	RENOVAENERGIA S.A.
PACIFICO	7445857	CUENTA CORRIENTE	RENOVAENERGIA S.A.

CHEQUES O EFECTIVO

Los pagos en efectivo serán recibidos exclusivamente en las oficinas de RENOVAENERGIA S.A. En Quito.

En caso de pago con cheque, deberá ser girado a nombre de RENOVAENERGIA S.A. y la entrega de los equipos se realizará una vez se efectíve el último pago.

TARJETAS DE CRÉDITO

Aceptamos tarjetas de crédito: Diners Club, Discover, Master Card y Visa. (los pagos con tarjeta no tienen descuentos)

Los pagos con tarjetas de créditos pueden ser presenciales en las oficinas de RENOVAENERGIA S.A., o por medio de plataforma virtual ClubPay.

PAGOS DESDE EL EXTERIOR

Para los pagos realizados por medio de transferencias del exterior, el cliente deberá asumir la totalidad de los costos que genere la transferencia en todas las instancias, incluido impuestos de salida de divisas, costos bancarios y otros.

Información Banco: Banco: BANCO PICHINCHA / Swift : PICHECEQ / Dirección: Avenida Amazonas 4545 y Calle Pereira, Quito, Ecuador / Teléfono: +593 2 2980980

Información RENOVAENERGIA: Propietario de la cuenta: RENOVAENERGIA S.A. / número de cuenta: 34 30 55 89 04 / RUC (identificación tributaria): 1792187967001 / Dirección: Pasaje Sánchez Melo OE1-37 y Avenida Galo Plaza Laso, Quito, Ecuador / Teléfono: +593 2 2403643

GENERAL

En caso de existir retenciones, estas deberán llegar a las oficinas de RENOVAENERGIA S.A., dentro del tiempo previsto por la ley (5 días calendario), sin importar las condiciones de pago que se acuerde entre las partes.

ACLARACIONES IMPORTANTES

La presente oferta económica está basada en la información básica suministrada por el cliente que establece lo siguiente:

SFA.- La presente propuesta detalla las cantidades y modelos de los equipos principales, en caso de que los consumos definitivos difieran de esas potencias y tiempos, se deberá hacer un ajuste basado en las potencias y tiempos reales de consumo.

SFA.- RENOVAENERGIA S.A. garantiza la provisión de energía de 12Vdc a la salida del regulador (alternativa) y de 110Vac 60Hz monofásico con onda sinoidal perfecta a la salida del inversor.

La presente propuesta **NO** incluye: instalación (mano de obra).

La presente propuesta **NO** incluye: estructura(s) soporte(es), gabinete(s) o caja(s) contenedora(s), para fijar o colocar paneles, baterías u otros equipos.

El sistema o los equipos ofertados requieren de varias condiciones para su instalación:

- El lugar donde se ubicará el o los paneles solares deberá estar 100% despejado de cualquier sombra que se proyecte en cualquier temporada del año. Cualquier sombra que el o los paneles solares reciban causará una baja en la generación y no podrá el sistema funcionar como se ha diseñado.
- Los equipo regulador(es), inversor(es), batería(s) y protecciones, deberán estar colocados en un lugar con techo, cerrado pero con mucha ventilación. La temperatura alta afecta la vida útil de la batería (si el sistema incluye baterías) así como la eficiencia de los equipos electrónicos.
- **Importante:** Los equipo regulador(es), inversor(es), batería(s) y protecciones, deben estar cerrados y no permitir el acceso a personal no autorizado ni a niños, ya que podrán sufrir daños y hasta la muerte. La infraestructura para colocar estos equipos es responsabilidad del cliente. Verificar que el lugar donde se colocarán los equipos componentes (no paneles solares) sea seguro y con ventilación.

GARANTÍAS Y EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL

Paneles Solares Fotovoltaicos SUNLINK, Gi POWER Y EC SOLAR (garantía de 5 años contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil que garantiza una potencia no menor al 80% de su valor nominal a los 25 años).

Inversores e Inversores Cargadores VICTRON ENERGY, garantía de 5 años contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil 15 años.

Baterías ciclo profundo RTAR POWER, garantía de 1 año contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil de más de 5 años, en condiciones ideales de operación en hoja técnica. (RA, DC, DG, EV, RT). Esta batería no debe estar más de 2 meses sin recibir carga o podrá sufrir sulfatación.

Reguladores VICTRON ENERGY PWM, garantía de 3 años contra defectos de fabricación y una expectativa de vida útil de 10 años.

La garantía técnica de los equipos aplica para los casos de falla de origen o mala operación, no para el mal uso de los mismos. Para poder hacer efectiva la garantía se deberá determinar el daño, el cliente podrá enviar a Quito, a las oficinas de RENOVAENERGIA S.A., el equipo dañado a su costo, o solicitar a su costo un informe técnico emitido por un laboratorio de una Universidad, que determine el origen del daño. De ser un problema de calidad de componentes, o falla de origen, RENOVAENERGIA S.A. asumirá los costos del informe o del envío desde la instalación hasta Quito del equipo dañado, así como los costos inherentes al nuevo equipo o la reparación y el envío desde Quito hasta la ciudad o población más cercana al lugar de la instalación.

Los daños por mal uso del sistema que RENOVAENERGIA S.A. no reconoce como garantía pueden entrar en el siguiente listado:

- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Para el caso de provisión exclusivamente (cuando RENOVAENERGIA S.A. no instala) de equipos componentes como paneles, reguladores, inversores, convertidores, cargadores de batería y consumos DC, la garantía de estos equipos electrónicos estará supeditada a que el instalador coloque las protecciones adecuadas para cada equipo. El cliente que exclusivamente compra el equipo (no instala RENOVAENERGIA S.A.), deberá enviar dentro 30 días calendario siguientes a la fecha de provisión (facturación), fotografías que demuestren claramente las protecciones instaladas y sus capacidades.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Para el caso de provisión exclusivamente (cuando RENOVAENERGIA S.A. no instala, ni dimensiona el sistema solar fotovoltaico), de equipos componentes como paneles solares, reguladores, inversores, convertidores, cargadores de batería y consumos DC, la garantía de estos equipos electrónicos estará supeditada a que el cliente entregue el dimensionado básico y demuestre que cumplió con normativas de instalación que valen por la vida útil de los equipos. El cliente que exclusivamente compra el equipo (no instala, ni diseña RENOVAENERGIA S.A.), deberá enviar dentro 30 días calendario siguientes a la fecha de provisión (facturación), el cálculo y una explicación del cumplimiento de la Norma Técnica Universal SHS, que tome en cuenta valores de radiación, inclinación y ubicación de los equipos técnicamente instalados, días de autonomía de la batería mayor a 3 días, selección y ubicación de protecciones adecuadas, calibre del cable adecuado, uso de conectores adecuados, uso de material eléctrico adecuado, puesta a tierra adecuada.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Daño en equipos por sobrecalentamiento por deterioro, mala calidad o reemplazo en cableado, borneras, conectores y otros elementos que el cliente instale directamente para la etapa del montaje, o modificaciones posteriores.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Daños por inversión de polaridad por modificaciones durante y posteriores al montaje, por parte de personal no autorizado.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Daños por abuso en la capacidad del inversor (off grid) de potencia, causada por conectar y prender equipos no previstos (secadoras de pelo, cafeteras, duchas eléctricas, taladros, lavadoras, secadoras, moladoras, o cualquier equipo con motor, compresor o resistencia)
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Para el caso de la o las baterías Lito (Power Box) para poder validar la garantía técnica y la expectativa de vida útil el usuario final no deberá abrir el empaque de aluminio. El Power Box no podrá ser sumergido en agua, y debe estar alejando del fuego.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Para el caso de la o las baterías de plomo ácido para poder validar la garantía técnica y la expectativa de vida útil las condiciones de uso de estas deben ser en 25°C al nivel de descarga que cada fabricante indique en su ficha técnica. La batería de tecnología plomo ácido tiene una gran afectación a mayor temperatura, lo que hace que las baterías que se instalan en lugares que sobrepasen los 25°C tengan que ser repuestas más rápido. Por esta razón la batería debe ser instalada en un lugar que no le de el sol directamente y que esté ventilado adecuadamente.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Para el caso de la o las baterías de plomo ácido para poder validar la garantía técnica y la expectativa de vida útil como la que consta en la ficha del fabricante o en la presente propuesta, la bancada de baterías deberá estar dimensionada para 5 días de autonomía y para poder dar soporte de garantía contra defectos de fabricación, el sistema deberá tener por lo menos 3 días de autonomía en la bancada de baterías. A menor días de autonomía mayor porcentaje de descarga diaria se verá expuesta la batería, lo que hará que prematuramente la batería se agote, sin cumplir con la expectativa de vida útil, que está claramente descrita por el fabricante bajo que condiciones de uso.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Daños prematuros en la vida útil de las baterías de plomo ácido ocasionados por: * no utilizar regulador de carga ni ningún sistema de control en el consumo * descargas profundas de la bancada por abuso en el consumo, marcadas por corte del regulador de voltaje (el regulador indicará el estado de carga de las baterías y los usuarios deberán apagar los equipos cuando el regulador llegue al nivel indicado y no permitir que sea el regulador el que por protección corte la energía a los consumos) * manipulación o cambio de puentes y terminales de baterías, * uso de baterías para otras aplicaciones. La información de este tipo de eventos se almacena en el regulador de voltaje, lo que nos permite determinar si los usuarios excedieron el uso de los equipos en mayor tiempo al previsto, o si los equipos consumían más de lo previsto, también marcará cada vez que el sistema se desconecte, lo que indicará que se desconectó la bancada de baterías.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Daños en la bancada de baterías de plomo ácido o en sus elementos por realizar más de una conexión en paralelo, ya que la norma técnica para SHS no permite este tipo de conexión. Una batería está compuesta por unas placas de plomo, con un tamaño y grosor diferente según el fabricante. Incluso hay diferencias entre los modelos de un mismo fabricante. El electrolito puede tener diferente composición también, pues es imposible replicar dos veces las mismas condiciones hasta para un mismo fabricante, y no hay una norma exacta, el electrolito influye en las constantes eléctricas de la batería. Cuando cargamos la batería, la estamos sometiendo a un voltaje superior al de sus placas, para conseguir que la corriente entre dentro de la batería, y la cantidad de corriente que le entra, es directamente proporcional a la diferencia entre el voltaje aplicado y el voltaje nominal de sus placas, e inversamente proporcional a la resistencia interna de la batería. Si una batería, por construcción, tiene un voltaje unas pocas centésimas más alto que otra, y las conectamos en paralelo, la batería con más voltaje cargará menos. De la misma manera que una batería con más resistencia también cargará menos. Cuando la carga cesa, la batería con más voltaje comenzará a vadarse sobre la que tiene menos para igualar los voltajes, y la corriente que se produce es directamente proporcional a la diferencia de voltajes, e inversamente proporcional a la suma de las resistencias internas. La compensación que los elementos que conforman una bancada de baterías realizan cuando existen muchas conexiones en paralelo, afectarán la vida útil de uno o varios elementos, descompensando a la bancada en su totalidad. No así, la conexión en serie, que no tienen ningún tipo de afectación ni límite técnico.
- **SOLAR FOTOVOLTAICA:** Daños en tarjetas electrónicas de regulador e inversor causadas por descargas (relámpagos).
- **SOLAR TÉRMICA:** La norma ecuatoriana de construcción NEC-11 nos indica que para instalaciones que requieren agua caliente se debe calcular de 50 a 80 litros de agua caliente a 50°C por persona. El sistema garantiza 300 litros de agua caliente diariamente, si el uso excede dicha cantidad, el sistema de respaldo operará con mayor frecuencia, lo que podría
- **GENERAL:** Daños ocasionados por ingreso de agua o humedad en los equipos electrónicos.

> **GENERAL:** Daños causados por desastres naturales o incidentes por negligencia humana, como incendios, terremotos, inundaciones, deslizos, etc. Daños por modificación en la programación de equipos de corriente. Éstos equipos se programarán de acuerdo a parámetros indicados por el fabricante, si posteriormente a la instalación se ajustan estos parámetros no habrá responsabilidad sobre daños en otros componentes del sistema.

> **GENERAL:** Daños ocasionados por anidación de insectos dentro de los equipos electrónicos, los equipos deberán ser limpiados regularmente.

Este listado de fallas que RENOVAENERGIA ha detallado, no elimina ni modifica las garantías que cada fabricante brinda puntualmente a cada equipo componente.

EQUIPOS

Los equipos ofertados cumplen con todas las normas y estándares generalmente aceptados para proyectos relacionados con sistemas de conexión de red en Europa y Estados Unidos. Los equipos ofertados cumplen con todas las normas y estándares generalmente aceptados para proyectos relacionados con sistemas autónomos de telecomunicaciones o electrificación rural, que deben ofrecer una alta fiabilidad.

Los sistemas térmicos de SunSet tienen el sello "Blue Angel", que les permite vender en Alemania y otros países que exigen que sea amigable y alta eficiencia energética y totalmente reciclables.

POST VENTA

RENOVAENERGIA S.A. fue creada en el año 2009 legalmente, el personal que constituye RENOVAENERGIA S.A. cuenta con más de 24 años de experiencia en la aplicación de energías alternativas, enfocándose principalmente en sistemas fotovoltaicos para dotar de electricidad básica a zonas rurales de Perú y Ecuador.

RENOVAENERGIA S.A. es distribuidor autorizado de las marcas más prestigiosas del sector fotovoltaico.

Panéis solares fotovoltaicos SUNSET (Alemania), JINKO SOLAR (China), SUNLUNK (Taiwan).

Reguladores para sistemas solares fotovoltaicos PHOCOS (Alemania), STECA (Alemania) y VICTRON ENERGY (Holanda)

Inversores para sistemas solares fotovoltaicos autónomos PHOCOS (Alemania), VICTRON ENERGY (Holanda), Studer Innotec (Suiza)

Inversores para sistemas solares fotovoltaicos conectados a red FRONIUS (Austria)

Batería de ciclo profundo RITAR POWER (China).

Luminarias y accesorios para sistemas solares fotovoltaicos PHOCOS (Alemania)

Sistemas Térmicos en su conjunto, colectores y tanque para calentamiento de agua doméstico SUNSET (Alemania)

Estas representaciones y el manejo de clientes permanentes nos obligan a mantener un stock y brindar un servicio post venta garantizado directamente por cada fabricante. Para la totalidad de los equipos ofertados, RENOVAENERGIA S.A. garantiza la provisión en el menor tiempo posible.

OBSERVACIONES ESPECIALES

Aterramiento.

Mario Estrella
RENOVAENERGIA S.A.

R.U.C.: 1792187567001

FACTURA

No. **001-001-000004399**

Número de Autorización:

2707202101179218756700120010010000043991234567812

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:

2021-07-27T14:21:23

Ambiente: Producción

Emisión: Normal

CLAVE DE ACCESO:

2707202101179218756700120010010000043991234567812



RENOVAENERGIA S.A.

RENOVAENERGIA S.A.

Dir Matriz: LA LUZ PASAJE SÁNCHEZ MELO OE1-37 Y AV. GALO
PLAZA LASO

Dir Sucursal: LA LUZ PASAJE SÁNCHEZ MELO OE1-37 Y AV. GALO
PLAZA LASO

Teléfono: 022 403 643

Contribuyente Especial Nro:

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

AGENTE DE RETENCIÓN Resol: NAC-DNCRASC20-0000001

Razón Social/ Nombres y Apellidos: Megan Samira Maldonado Ramírez

Identificación: 0927838136

Vendedor:

Fecha Emisión: 27/07/2021

Guía Remisión: 001-001-000000000

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Unidad Artículo	PRECIO UNITARIO	DESCUENT O	PRECIO TOTAL
2,0000	MD094	Eagle Poly JINKO SOLAR JKM280PP-60,280Wp		148,3400	0,00	296,68
8,0000	RP060	Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 Retail (SCC075015060R)		150,1700	0,00	1.201,36
23,0000	BT047	Baterías, Ritar Power 12Vdc 100AH DC12-100 (RA12-100D)		233,8200	0,00	5.377,86
7,0000	IN075	Phoenix Inverter 24/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R		205,7900	0,00	1.440,53

Información Adicional del Cliente

Dirección: Salinas, Av. Las Américas, calles entre Argentina y Chile

Email: meganmaldonado@live.com

Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	9,278.80	0	Días

Notas:

Oferta 14307

SUBTOTAL 12 %	8019,75
SUBTOTAL 0%	296,68
SUBTOTAL No Objeto De IVA	0,00
SUBTOTAL Exento De IVA	0,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	8.316,43
TOTAL DESCUENTO	0,00
ICE	0,00
IVA 12 %	962,37
IRBPNR	0,00
PROPINA	0,00
VALOR TOTAL	9.278,80
VALOR A PAGAR	9.278,80

Fotografías del trabajo realizado para la implementación del sistema fotovoltaico en la vivienda beneficiada.



Figura 14.Traslado hacia la Comuna Masa 2. **Figura 15.** Instalación de puntos de luz



Figura 16. Soporte y panel solar instalado **Figura 17.** Sistema fotovoltaico instalado



Figura18. Instalación de protecciones



Figura19. Instalación del panel solar



Figura20. Instalación final del panel solar fuera de la vivienda beneficiada



Figura 21. Sistema fotovoltaico instalado dentro de la vivienda beneficiada

Bibliografía

- Alfilpack. (2016). *SOLUCIONES DE EMBALAJE PARA PANELES Y ESTRUCTURAS SOLARES*. Obtenido de <https://www.alfilpack.com/soluciones-de-embalaje-para-paneles-y-estructuras-solares>
- Alocilla, M., & Barrientos, B. (2016). *Energía Solar o Fotovoltaica*. Colegio Salesiano Padre José Fernández Pérez.
- Andrione, D., & Castillo, J. (2017). *Introducción a las ciencias de la salud*. Córdoba: Editorial de la Universidad Católica de Córdoba.
- Barbosa, J. (2013). *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE VARIABLES FOTOVOLTAICAS DE DOS SISTEMAS DE PANELES SOLARES (MONOCRISTALINO Y POLICRISTALINO) EN BOGOTÁ*. Bogotá: UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA.
- Bella, A. (2018). *Sistemas fotovoltaicos*. . Ediciones SAPT Publicaciones Técnicas.
- Chuquín, N., & Marquez, F. (2011). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN SISTEMA PUBLICITARIO ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR, Y CONTROLADO CON UN RELÉ INTELIGENTE (ZELIO)*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- CM Comandos Lineares. (2022). *BANCO DE BATERÍAS*. Obtenido de CM COmandos Lineares: <https://www.cmcomandos.com.br/es/produtos/banco-de-baterias-2/#:~:text=Los%20bancos%20de%20bater%C3%ADas%20almacenadas,red%20el%C3%A9ctrica%20de%20la%20concesionaria.&text=Normalmente%20la%20autonom%C3%ADa%20de%20las,nivel%20de%20carga%20e%20inversi%C3%B3n>.
- Enel Green Power, S. (22 de Noviembre de 2021). *ENEL Green Powe*. Obtenido de ENEL Green Powe: <https://www.enelgreenpower.com/>
- Escobar, J., García, J., & Alejandro, M. (2021). *Estudio de prefactibilidad para el diseño de implementación de un sistema fotovoltaico en vivienda con problemas de suministro eléctrico*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- EuroInnova. (31 de diciembre de 2020). *¿Qué es la energía solar termica?* Obtenido de EuroInnova Business School: <https://www.euroinnova.ec/cursos-online-energia-solar-termica>
- Factor Energía. (30 de agosto de 2018). *Energías renovables: características, tipos y nuevos retos*. Obtenido de Factor energía: <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>
- Franco, M. (2017). *Diseño e implementación de un sistema alternativo de suministro eléctrico mediante energía solar fotocoltaica en iluminación y térmica en calentamiento de agua en una casa rural*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

- García, C. (2015). *SIMULACIÓN DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CON PVSYST*. Universidad de Jaén. Obtenido de <https://www.pvsyst.com/>
- Gómez, G. (2018). Medición de Descargas Parciales en Transformadores de Potencia bajo los estándares internacionales IEC e IEEE. *Tecnología en Marcha vol.31 n.1 Cartago Jan./Mar. 2018*, 17.
- Gómez, O. (2018). *Diseño de un sistema de suministro eléctrico haciendo uso de energía solar fotovoltaica, para una vivienda unifamiliar rural en la vereda el Frisol del municipio de la Mesa Cundinamarca*. UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS".
- Guevara, J. (2016). *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica*.
- Instituto Catalán de Energía. (2014). *¿Qué es la electricidad?* Obtenido de Instituto Catalán de Energía: http://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/que_es/
- Jiménez, E. (2004). *Técnicas de automatización avanzadas en procesos industriales*. España.
- La energía sola fotovoltaica*. (2021). Obtenido de IBERDROLA: <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>
- López, L. (27 de junio de 2018). *¿Sabés qué es y cómo funciona un disyuntor?* Obtenido de <https://www.luminotecnia.com.py/blog/52/Sabes-que-es-y-como-funciona-un-disyuntor>
- Méndez, J., & Cuervo, R. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. Madrid: FC Editorial.
- Menna, J. (2021). *Cómo funciona el sistema fotovoltaico*. Obtenido de <https://como-funciona.co/el-sistema-fotovoltaico/>
- Naranjo, V. (30 de abril de 2020). *¿Qué es la energía solar fotovoltaica y cómo funciona?* Obtenido de Veneroi: <https://www.veneroipwr.com/post/prueba>
- Peñañiel, G. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de energía solar*. Guayaquil.
- Pep, M. (2007). *Cuadernos energías renovables para todos. Solar fotovoltaica*. FENERCOM.
- Prieto, E. (2020). *Diseño y operaciones de un sistema de energía solar fotovoltaica para islas*.
- PVSYST, W. (25 de Noviembre de 2021). *PVSYST PHOTOVOLTAIC Software*. Obtenido de PVSYST PHOTOVOLTAIC Software: <https://www.pvsyst.com/>
- Ramos, H., & Luna, R. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL AREA DE ESTACIONAMIENTO*. Chihuahua: Centro de investigación en materiales avanzados.

- Sánchez, A., & Martínez, D. (2017). *Aplicaciones fotovoltaicas de la energía solar*. Instituto Energías Renovables.
- Sánchez, D. (2012). *SISTEMA DE EERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADO PARA VIVIENDA UIFAMILIAR AISLADA* . Leganés: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR .
- Sánchez, D. (2012). *Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para vivienda unifamiliar aislada*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. .
- Sánchez, S., & Gil, J. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A RED CON SOPORTE DE ALMACENAMIENTO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA*. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Santa, M. (2004). *Las energías renovables son el futuro*.
- Serna, A., & Ross, F. (2020). *Guía práctica de sensores*. España.
- Silva, I. (25 de octubre de 2016). *¿Cómo funcionan las celdas fotovoltaicas?* Obtenido de Iluminet: <https://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/#:~:text=Una%20celda%20fotovoltaica%20es%20un,usar%20en%20una%20corriente%20el%C3%A9ctrica>.
- Tanita, M. (20 de septiembre de 2020). *Por estas razones tienes que usar paneles solares en tu casa*. Obtenido de Bioguia: https://www.bioguia.com/ambiente/paneles-solares_43379033.html
- Toledo, C. (2013). *Evaluación de la energía fotovoltaica como solución a la dependencia energética de zonas rurales de COlombia*. Cartagena.
- Torres, J. (2014). *Automatización, autómatas programables*. Alicante.
- Valdiviezo, P. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica*. Lima: PUCP.
- Villegas, W. (2021). *Estudio para el suministro de energía eétrica mediante un sistema fotovoltaico para el mercado San Roque*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.