



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

METODOLOGÍA DE DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN PARA
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS APLICADO A LUGARES AISLADOS EN EL
GOLFO DE GUAYAQUIL

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: Morales Rodríguez Ronni Mechael

Muzzio Cantos Cristopher David

TUTOR: Ing. Julio Manuel Silva Becherán, Msc

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **MORALES RODRÍGUEZ RONNI MECHAE** con número de identificación 2000109278 y **MUZZIO CANTOS CRISTOPHER DAVID** con número de identificación 0925837437; manifestamos que:

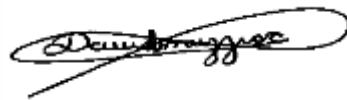
Somos autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 25 de marzo del 2022.



Morales Rodríguez Ronni Mechael

2000109278



Muzzio Cantos Cristopher David

0925837437

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

Nosotros **MORALES RODRÍGUEZ RONNI MECHAEL** con número de identificación 2000109278 y **MUZZIO CANTOS CRISTOPHER DAVID** con número de identificación 0925837437, 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 de tesis: “Metodología de dimensionamiento e implementación para sistemas fotovoltaicos aplicado a lugares aislados en el golfo de Guayaquil”, el cual ha sido desarrollado para optar el título de Ingeniero Eléctrico , en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

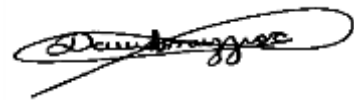
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 25 de marzo del 2022.



Morales Rodríguez Ronni Mechael

2000109278



Muzzio Cantos Cristopher David

0925837437

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR

Yo, **JULIO MANUEL SILVA BECHERÁN**, con documento de identificación 0959623422, docente de la Universidad Politécnica salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación **“METODOLOGIA DE DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACION PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS APLICADO A LUGARES AISLADOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL”** realizado por los estudiantes **MORALES RODRÍGUEZ RONNI MECHAEL** con documento de identificación 2000109278 y **MUZZIO CANTOS CRISTOPHER DAVID** con documento de identificación 0925837437, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto de Tesis que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 25 de marzo del 2022.



Ing. Julio Manuel Silva Becherán, Msc

0959623422

AGRADECIMIENTOS

JESUCRISTO es el mismo hoy, ayer y por los siglos.

A Dios y a mis padres por darme la vida, me quedaran cortas las palabras para agradecer el esfuerzo, sacrificio que han hecho mis mayores amores “Franklin y Gioconda” para que yo llegue hasta este punto de culminar mi carrera Universitaria, gracias y mil gracias, padres amados por dejar a un lado muchas cosas por dárme las a mí para poder superarme, mis 3 hermanos han sido un pilar fundamental que con cada mensaje de aliento me han servido para no desmayar y llegar lejos.

A mi familia en general que siempre han estado pendiente de mi desde que llegue a esta linda ciudad que me ha acogido por 6 años tía Ana, prima Kathy, primo Steven, gracias por su incondicional ayuda y por velar por mi bienestar y estar al tanto de mi desde siempre.

Miro al cielo, sonrió y agradezco porque tengo a 2 ángeles que están muy alegres por este momento y etapa de mi vida mi Papa-Abuelo y mi tío Say, personas que siempre quisieron que yo llegue hasta este momento.

Mi pareja Coraima, gracias por estar conmigo en todo momento, tengo mucho que agradecerte por ser esa persona que me ayuda y me impulsa cada día a ser mejor, Dios nos siga bendiciendo y nos dé la oportunidad de leer este pequeño texto dentro de muchos años por delante.

Gracias infinitas a la Universidad Politécnica salesiana y a todos sus docentes que durante mi carrera universitaria sembraron en mis valores y conocimientos para hacer de mí un buen profesional y forjar un futuro extraordinario.

RONNI MECHAEL MORALES RODRIGUEZ

A mis padres por haberme formado en la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes incluido la culminación de mi carrera.

A mis hermanos que por ellos siempre debo luchar y salir adelante para que vean en mí un ejemplo a seguir.

Sin duda alguna a la universidad politécnica salesiana por haberme acogido en estos años de enseñanza para hacerme crecer como persona y profesional.

CRISTOPHER DAVID MUZZIO CANTOS

DEDICATORIAS

La presente tesis se la dedico a Dios ya que con sus Bendiciones eh podido culminar mi carrera Universitaria, sin duda alguna a mis padres pues sin su esfuerzo no lo hubiese logrado, su bendición día tras día me ha protegido y me conlleva a un camino correcto, a mis hermanos por cada llamada, mensaje, han hecho que esta etapa de mi vida no sea tan dura a pesar de la distancia en la no encontramos, los amo con todo mi corazón.

RONNI MECHAEL MORALES RODRIGUEZ

Se la dedico a los que han forjado mi camino, mis padres los que me acompañan y siempre me levantan de todo tropiezo, sin Uds. nada de esto sería posible, me queda mucho por recorrer y aprender y sé que su bendición siempre estará conmigo, los amo padres de mi vida.

CRISTOPHER DAVID MUZZIO CANTOS

RESUMEN

En el proceso de este proyecto o trabajo de titulación de Grado se planteó una problemática de como cubrir la necesidad que tienen las personas que habitan en regiones o comunas, e incluso que no cuentan con los recursos tales como redes eléctricas, agua potable y entre otros, previamente se investigó mediante visitas presenciales a los diferentes hogares que habitan las familias de la Comuna Masa 2 y se presencié la urgencia del recurso de la energía eléctrica puesto que las redes eléctricas del sector público no abastecen en estos sectores rurales por ende se procedió a dimensionar e implementar un sistema fotovoltaico para una vivienda aplicado a lugares aislados en el golfo de Guayaquil, para la instalación de cada equipo y elemento que conforma el sistema solar fotovoltaicos se priorizó las normas o estándares técnicos que indiquen en sus hojas técnicas (Datasheet), durante el proceso del proyecto se verificaron las instalaciones con el diagrama unifilar así como también el correcto uso de cada elemento que conforma el sistema fotovoltaico, para los resultados de nuestro proyecto se verifico con el software de PVsyst una pequeña simulación dando los resultados deseado, este software ayuda a comprender y visualizar de mejor manera el proyecto de nuestro sistema fotovoltaico, dentro de los resultados obtenidos con el software de PVSyst se logró observar el índice de 0.521 que es la relación del rendimiento del sistema y la fracción solar 0.992, también se pudo observar los gráficos de la producción de energía y consumos, voltajes; de carga y descargas, es recomendable que la familia beneficiada solicite un mantenimiento predictivo para evitar fallas durante los siguiente meses o años.

Palabras claves:

Sistema Fotovoltaico, Software de PVsyst, Energía Solar, Equipos Fotovoltaicos, Diseño Unifilar.

ABSTRACT

In the process of this project or degree work, a problem was raised on how to cover the need of people who live in regions or communes, and even who do not have 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 in these rural sectors, therefore, we proceeded to dimension and implement a photovoltaic system for a house applied to isolated places in the Gulf of Guayaquil, for the installation of each equipment and element that makes up the photovoltaic solar system, the technical norms or standards indicated in their technical sheets (Datasheet) were prioritized, During the project process, the facilities were verified with the single-line diagram as well as the correctness To use each element that makes up the photovoltaic system, for the results of our project, a small simulation was verified with the PVsyst software, giving the desired results. This software helps to better understand and visualize the project of our photovoltaic system, within From the results obtained with the PVSyst software, it was possible to observe the index of 0.521, which is the relationship between the performance of the system and the solar fraction 0.992, it was also possible to observe the graphs of energy production and consumption, voltages; of loading and unloading, it is recommended that the beneficiary family request predictive maintenance to avoid failures during the following months or years.

Keywords:

Photovoltaic System, PVsyst Software, Solar Energy, Photovoltaic Equipment, Unifilar Design.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	5
DEDICATORIAS.....	7
RESUMEN	8
Palabras claves:.....	8
ABSTRACT	9
Keywords:	9
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	16
ÍNDICE DE TABLAS.....	19
ÍNDICE DE ECUACIONES	20
ABREVIATURAS	21
SIMBOLOGÍA	24
UNIDADES.....	25
1 CAPITULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN	2
1.3 ANTECEDENTES	4
1.4 PROBLEMAS DE ESTUDIO	6
1.5 OBJETIVOS	7
1.5.1 Objetivos generales.....	7
1.5.2 Objetivos específicos.....	7

1.6	MARCO TEÓRICO	7
1.6.1	Energía solar para la generación de electricidad	7
1.6.2	Beneficios de cómo se comporta la energía fotovoltaica	7
1.6.3	Beneficios de energía fotovoltaica	8
1.7	CELULAS FOTOVOLTAICAS	8
1.8	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	9
1.9	RADIACION SOLAR.....	9
1.9.1	HORAS DE SOL PICO.....	10
1.10	SISTEMAS AISLADOS	10
1.11	LAS EMISIONES DE CO2 QUE EVITA LA ENERGIA SOLAR.....	11
1.12	ANALISIS DEL GRADO DE ELECTRIFICACION BASICA	12
1.13	ACOMETIDA ELECTRICA	12
1.13.1	AMPERIOS	12
1.13.2	AMPERIOS HORA.....	13
1.13.3	PANEL SOLAR	13
1.13.4	BATERIA SOLAR.....	13
1.13.5	CABLE TRIPLEX CONCENTRICO 3X10	13
1.13.6	INVERSOR	13
1.13.7	IRRADIACIÓN.....	14
1.13.8	MODULOS FOTOVOLTAICOS	14
1.13.9	RADIACION SOLAR.....	14
1.13.10	TIEMPO DE VIDA UTIL DE UN PANEL SOLAR	14

1.13.11	CORRIENTE MONOFÁSICA.....	15
2	CAPITULO II	16
2.1	VISITA TECNICA PARA ADQUIRIR DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL SFV	16
2.2	Transporte y movilización	17
2.2.1	COMUNA MASA 2.....	19
2.2.2	EDUCACIÓN.....	19
2.2.3	ALIMENTACIÓN	20
2.2.4	RELIGIÓN	20
2.2.5	SALUD.....	20
2.2.6	PLANIFICACIÓN FAMILIAR	20
2.2.7	SERVICIOS BÁSICOS.....	20
2.3	PREAMBULO A LA ENERGÍA SOLAR.....	21
2.3.1	MÓDULO FV	21
2.3.2	COMPOSICIÓN, EFICIENCIA, VIDA UTIL	22
2.3.3	PANELES MONOCRISTALINOS Y POLICRISTALINO.....	22
2.3.4	ALMACENAMIENTO DE ENERGIA EN BATERIAS	23
2.3.5	REGULADOR DE CARGA	25
2.3.6	INVERSOR	26
2.3.7	CARACTERISTICAS DE UN INVERSOR SOLAR	26
2.3.8	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS.....	27
3	CAPITULO III.....	28

3.1	ANTECEDENTES	28
3.2	ORIENTACIÓN DEL SF Y LA INCLINACIÓN	29
3.3	CÁLCULO DE INCLINACION ÓPTIMA.....	29
3.4	ORIENTACIÓN DE PANEL SOLAR.....	30
3.5	INFORMACIÓN DE LA FAMILIA BENEFICIADA	30
3.6	PLANO ARQUITECTÓNICO Y ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA.....	32
3.6.1	Plano arquitectónico	32
3.6.2	Plano eléctrico de la vivienda.....	33
3.7	DISEÑO UNIFILAR DEL SISTEMA	34
3.8	CÁLCULOS TÉCNICOS.....	35
3.8.1	Estudio de carga de la familia Zúñiga Espinoza.....	35
3.9	CÁLCULO DEL CONSUMO TOTAL DEL SISTEMA.....	36
3.10	CÁLCULO DE LA BATERÍA.....	36
3.11	DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL SOLAR.....	38
3.12	CÁLCULO DEL INVERSOR.....	40
3.13	PLANTILLA DE CIRCUITO DERIVADO DE LA FAMILIA	42
3.14	SOFTWARE PVSYST.....	43
3.15	SIMULACION SOFTWARE PVSYST.....	43
3.16	NORMATIVAS TÉCNICAS	44
3.16.1	IEC.....	45
3.16.2	IEEE	45
4	CAPITULO IV.....	46

4.1	ANTECEDENTES	46
4.1.1	Vista General	46
4.1.2	Vista Especifica	47
4.1.3	Vista Global.....	47
4.2	FIGURAS AMPLIADAS CON LA UBICACIÓN DE LA VIVIENDA BENEFICIADA.....	48
4.2.1	Vista General	48
4.2.2	Vista Especifica	49
4.2.3	Vista Global.....	51
4.3	MATERIALES EMPLEADOS PARA LA INSTALACIÓN RESIDENCIAL	52
4.4	COMPONENTES EMPLEADOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO IMPLEMENTADO	53
4.4.1	Paneles solares.....	53
4.4.2	Banco de Baterías	54
4.4.3	Configuración del sistema fotovoltaico.....	56
4.5	ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL USO DE PVSYST.....	56
4.5.1	Características del sistema fotovoltaico en PVSYST.....	56
4.5.2	Resumen del proyecto	56
4.5.3	Resumen del sistema	57
4.5.4	Resumen de resultados	57
4.6	DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL USO DE PVSYST .	57

4.6.1	Parámetros Generales	57
4.6.2	Características del sistema fotovoltaico	58
4.6.3	Pérdidas del sistema fotovoltaico	58
4.6.4	Necesidades detalladas del usuario	58
4.7	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL USO DE PVSYST	60
4.7.1	Resultados Principales.....	60
4.7.2	Producciones normalizadas (por kW instalado)	60
4.7.3	Relación de rendimiento PR.....	61
4.7.4	Balances y resultados principales	61
4.7.5	Leyendas.....	61
4.7.6	Diagrama de Perdidas	62
4.7.7	Gráficos especiales	63
5	CAPITULO V	64
5.1	Conclusión	64
5.2	Recomendación.....	64
6	ANEXOS.....	66
6.1	ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS IMPLEMENTADAS POR LOS EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	66
6.1.1	BATERIARITARRT1218012V18Ah.....	66
6.1.2	CONTROLADOR DE CARGA BLUESOLAR MPPT 75/15 V.....	66
6.1.3	INVERSOR Phoenix 250 VA	67

6.1.4	PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKOSOLAR CHEETAH HC 72M- V 390-410 WATT	67
6.2	FACTURA DEL VALOR TOTAL DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	68
6.3	FOTOGRAFÍA DE LOS EQUIPOS IMPLEMENTADOS	72
6.4	HOJAS TÉCNICAS (DATASHEET) DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	83
6.4.1	INVERSOR Phoenix 250 VA	83
6.4.2	CONTROLADOR DE CARGA BLUESOLAR MPPT 75/15 V.....	85
6.4.3	CONTROLADORES DE CARGA MPPT BLUESOLAR Y SMARTSOLAR.....	86
6.4.4	BATERÍA RITAR RT 12180 12 V 18 Ah.....	88
6.4.5	PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKOSOLAR CHEETAH HC 72M- V 390-410 WATT	90
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Ubicacion De Partida hacia la Comuna Masa 2, fuente: Google Maps.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 2: Ubicación del sector Masa 2 del Golfo de Guayaquil, fuente: Google Maps.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3: Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, fuente: Google Maps.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4: Comuna Masa 2, fuente: Autores.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 5: Ubicación Comuna Masa 2, fuente: Google Maps.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 6: Sistema fotovoltaico, fuente: Google.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7: Hora solar pico, fuente: Google.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8: Paneles solares fotovoltaicos, fuente:(Martínez, 2021).</i>	<i>15</i>

<i>Figura 9: Comuna Masa 2, fuente: Autores.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 10: Embarque en el muelle de la caraguay, fuente: Autores.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 11: Llegada a la Comuna, fuente: Autores.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 12: Tipo de Baterías, fuente: (Gonzáles Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014).</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13: Regulador de Carga, fuente: (AutoSolar, 2021).</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14: Inversor, fuente: (Traxco, 2021)</i>	<i>26</i>
<i>Figura 15: Diagrama del sistema solar aislado, fuente: (Gonzáles Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16: Plano arquitectónico de la vivienda beneficiada, fuente: Autores.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 17: Plano eléctrico de la vivienda beneficiada, fuente: Autores.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 18: Diseño Unifilar del Sistema Solar, fuente: Autores.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 19: Logotipo de PVSYST Photovoltaic Software, fuente: (PVSYST, 2021).</i>	<i>44</i>
<i>Figura 20: Diseño de la Comuna Masa 2 – Vista General, fuente: Autores.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 21: Diseño de la Comuna Masa 2 – Vista Especifica, fuente: Autores.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 22: Ubicación geográfica – Vista Global, fuente: Autores.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 23: Vista general del poblado Masa 2 – Vista General, fuente: Autores.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 24: Ubicación del poblado Masa 2, fuente: Autores.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 25: Zoom del poblado Masa 2 , fuente: Autores.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 26: Punto específico de la implementación, fuente: Autores.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 27: Selección del lugar de implementación, fuente: Autores.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 28: Foto aérea de masa 2, fuente: Autores.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 29: Ubicación geográfica, fuente: Autores.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 30: Ubicación geográfica, fuente: Autores.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 31: Ubicación geográfica, fuente: Autores.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 32: Estructura de los paneles solares, fuente: (Ruiz, 2021).....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 33: Banco de Baterías, fuente: Autores.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 34: Baterías solares, fuente:(Damia, 2021).....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 35: Conexión de cables de alimentación del panel, fuente: Autores.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 36: Soporte y panel solar correctamente instalado, fuente: Autores.</i>	<i>72</i>

<i>Figura 37: Sistema fotovoltaico instalado dentro del hogar de la familia beneficiada, fuente: Autores...</i>	<i>73</i>
<i>Figura 38: Montaje de inversor en soporte para el sistema fotovoltaico, fuente: Autores.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 39: Medición del sistema de batería en serie utilizado para el sistema fotovoltaico, fuente: Autores.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 40: Tablero de distribución instalado en la vivienda beneficiada, fuente: Autores.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 41: Interruptor de circuito de luz correctamente instalado, fuente: Autores.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 42: Tubos PVC de 1/2 pulgada para instalación eléctrica, fuente: Autores.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 43: Medición de tubos para previa instalación, fuente: Autores.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 44: Montaje de tubería PVC para instalación de puntos le luz, fuente: Autores.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 45: Instalación de la Tubería PVC, fuente: Autores.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 46: Montaje de puntos de tomacorriente por tubería PVC, fuente: Autores.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 47: Ajuste de tubería PVC con caja rectangular 4x4, fuente: Autores.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 48: Instalación de puntos le luz en vivienda beneficiada, fuente: Autores.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 49: Transporte de escalera metálica para instalaciones en la vivienda, fuente: Autores.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 50: Ajuste de tuberías PVC para circuito de luz, fuente: Autores.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 51: Instalación de protecciones para sistema fotovoltaico, fuente: Autores.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 52: Cable calibre #12 para instalaciones eléctricas residenciales, fuente: Autores.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 53: Fundición de concreto para soporte de panel solar por Autores de tesis, fuente: Autores.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 54: Ubicación de soporte del panel solar, fuente: Autores.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 55: Montaje de panel de distribución, fuente: Autores.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 56: Familia beneficiada con energía solar activa, fuente: Autores.</i>	<i>82</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Datos de la Familia Beneficiada, fuente: Autores.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2: Información de artefactos eléctricos, fuente: Autores.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3: Plantilla del circuito derivado de la familia, fuente: Autores.</i>	<i>42</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Irradiación.</i>	<i>14</i>
<i>Ecuación 2: Cálculo de Inclinación Óptima.</i>	<i>30</i>
<i>Ecuación 3: Cálculo del Consumo Total del Sistema.</i>	<i>36</i>
<i>Ecuación 4: Cálculo de la Batería.</i>	<i>37</i>
<i>Ecuación 5: Voltaje del sistema de baterías.</i>	<i>37</i>
<i>Ecuación 6: Dimensionamiento del panel solar.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 7: Potencia Nominal.....</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación 8: Potencia Pico.</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación 9: Número de módulos fotovoltaicos.....</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación 10: Cálculo del Inversor.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 11: Número de módulo fotovoltaicos en serie.....</i>	<i>41</i>

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.

1 CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día la energía eléctrica se ha vuelto en una necesidad indispensable para el ser humano, debido a los beneficios que esta aporta y al presentarse una insuficiencia de energía eléctrica causa molestia puesto que es muy utilizada cotidianamente, como por ejemplo; el uso de computadoras para el estudio, el uso de equipos de comunicación como es la Tv, radio, entre otros, sin embargo, en nuestro país no todos los lugares cuentan con este servicio, Masa 2 es una Comuna que consta con 17 familias, y se encuentra ubicada a cuarenta minutos de la ciudad, por vía marítima a través del golfo de Guayaquil – Ecuador.

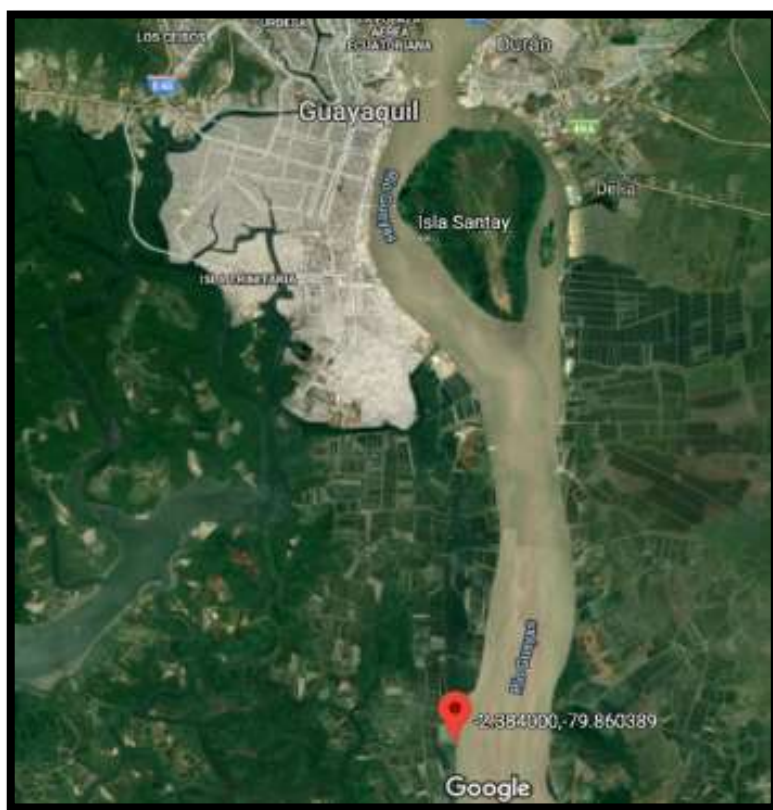


Figura 1: Ubicacion De Partida hacia la Comuna Masa 2, fuente: Google Maps.

Actualmente está Comuna Masa 2 no consta con servicios básicos tales como: energía eléctrica, agua potable, telefonía, alcantarillado, etc. Una de las necesidades más importantes de servicios básicos en esta Comuna, es la energía eléctrica, construir una red de distribución para suplir este servicio en la Comuna es complicado, esta debe contar con transformadores, subestaciones, postes eléctricos y equipos necesarios para su suministro de energía eléctrica, consta de un costo elevado de instalación y mantenimiento para el total de habitantes en la Comuna Masa 2, las vías para acceder son uno de los problemas ya que la Comuna está cercana a propiedades privadas tales como camaroneras lo cual ingresar por vía terrestre es complicado por cuestión de permisos a dichas instalaciones. Los habitantes de esta Comuna Masa 2 no cuentan con los conocimientos necesarios para la administración, mantenimiento y ejecución de tendidos eléctricos, por este motivo es necesario reemplazar este servicio mediante un sistema básico de energía renovable implementando paneles solares, así cubriremos uno de los servicios básicos más necesitados por los habitantes de esta Comuna.

1.2 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

Algunas zonas del Ecuador como el caso de la Comuna Masa 2 carecen de energía eléctrica, por este motivo se procede a realizar un análisis, diseño y estudio para la implementación de un sistema fotovoltaico con el fin de abastecer de electricidad a dicha parte rural.

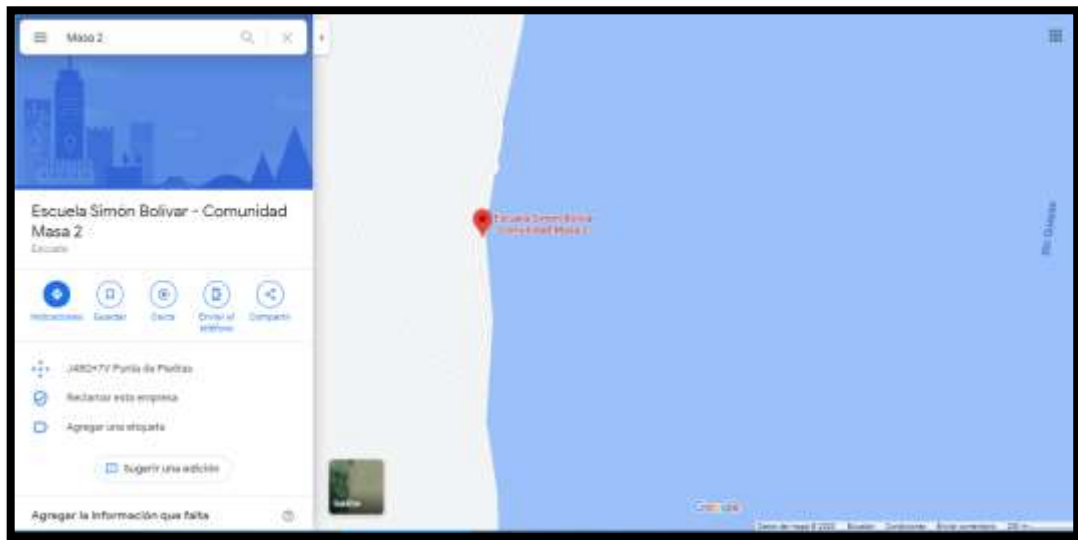


Figura 2: Ubicación del sector Masa 2 del Golfo de Guayaquil, fuente: Google Maps.

La población rural en el Ecuador cada vez se expande más de manera irregular, por este motivo, con el presente proyecto se pretende implementar un sistema fotovoltaico teniendo en cuenta un estudio de análisis de carga del sistema de alumbrado para una vivienda. Se escogerá el mejor método para obtener energía renovable para así mejorar la eficiencia en la vida de la familia beneficiada. La implementación permitirá que ellos aprovechen el uso de la energía eléctrica que lastimosamente no gozan.

Gracias a la educación y valores que se recibió por parte de la Universidad Politécnica Salesiana y las prácticas obtenidas en todo el proceso, se procedió a implementar el proyecto de titulación en la Comuna Masa 2.

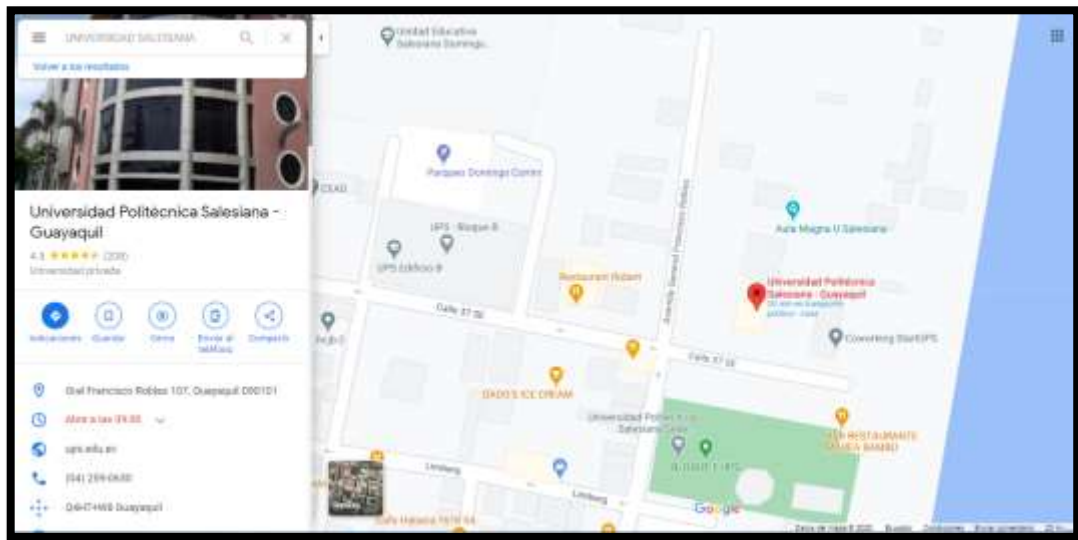


Figura 3: Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, fuente: Google Maps.

Para este proyecto de titulación se implementó conocimientos básicos de las materias; circuitos eléctricos I, II, instalaciones civiles e industriales, también parte de automatización I, II, protecciones eléctricas, energía y medio ambiente y entre otras, también se procedió a realizar una simulación del diseño del sistema fotovoltaico para la iluminación interior de las viviendas, con el software PVSyst, ya que es muy primordial en sistemas fotovoltaicos (Rivera Galarza & Ordoñez Garzón, 2020, págs. 4-5).

1.3 ANTECEDENTES

La comuna masa 2, está situada al sur de la ciudad de Guayaquil, y está ubicada a 25.7 km desde el puerto más grande de Ecuador, el ingreso a esta comuna se lo puede hacer por vía marítima partiendo desde el muelle caraguay con una duración de 50 minutos aproximadamente, en términos de precipitación, la cuenca del río Guayas tiene un promedio de 885 mm/año, con un rango entre 400 mm y 1800 mm; Su temperatura superficial está fuertemente marcada por la variación estacional, durante la estación seca está entre 22 °C y 25 °C, mientras que en la estación lluviosa tiene valores cercanos a 28 °C. La luz solar se mantiene durante todo el año en la ciudad de Guayaquil y sus

alrededores y la radiación solar alcanza un máximo de 1000 W/m^2 . Los habitantes de Masa 2 están ubicados en asentamientos rurales en el cantón de Guayaquil, en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, provincia de Guayas, esta región del Ecuador tiene un clima tropical con dos variaciones estacionales muy marcadas: una estación lluviosa de enero a abril y la estación más seca de julio a octubre, con sus respectivos períodos de transición. En un diagnóstico de recorrido pudimos contactar que la Comuna Masa 2 carecen de servicios básicos tales como; la electricidad, el alcantarillado, la recolección de residuos sólidos y telefonía. Están apartados de la ciudad, no hay transporte para salir, las mayorías de los habitantes lo hacen por vía marítima, los habitantes del recinto se dedican a la agricultura y pesca.



Figura 4: Comuna Masa 2, fuente: Autores.



Figura 5: Ubicación Comuna Masa 2, fuente: Google Maps.

1.4 PROBLEMAS DE ESTUDIO

En la presente fecha el país se encuentra con la necesidad de abarcar la energía eléctrica a diferentes lugares donde no llega el servicio eléctrico existen zonas no interconectadas o en zonas de difícil acceso que no llega el servicio público de electricidad. De acuerdo con lo antes mencionado es necesario realizar un estudio en sectores rurales, donde se puede identificar la necesidad de energía eléctrica y se considera la estructuración de proyecto renovables como es el caso de nuestro proyecto de titulación. En esta Comuna Masa 2 no consta con servicios básicos, tales como; agua potable, telefonía, energía eléctrica, entre otros. La falta de iluminación dentro de la Comuna Masa 2 y sus alrededores afecta al caer la noche, puesto que los generadores con los que obtienen energía eléctrica aparte de alquilar su uso (\$25,00 dólares semanales) son hasta cierta hora y de ahí los pobladores están en oscuridad absoluta. Ante esta problemática surgió la idea de implementar el diseño de un sistema fotovoltaico a una vivienda en la Comuna Masa 2 ya que la misma no cuenta con energía eléctrica.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivos generales

Implementar un sistema fotovoltaico para una vivienda aplicado a lugares aislados en el golfo de Guayaquil.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar la demanda de carga de la vivienda del recinto Masa 2 para la implementación del sistema fotovoltaico.
- Utilizar el simulador PVSyst para el estudio de los índices de radiación solar y determinación de los diferentes componentes del sistema fotovoltaico.
- Implementar el sistema fotovoltaico para dotar el servicio básico de electricidad a una familia del Recinto Masa 2.

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Energía fotovoltaica para la generación

De acuerdo con lo manifestado en la tesis de (Alvarado, 2018) la obtención de electricidad a partir de la luz se la conoce como el efecto fotovoltaico, este fenómeno fue manifestado en 1939 por el físico Antoine Becquerel, para lograr este fenómeno, se requiere un material capaz de absorber las emisiones solares

1.6.2 Beneficios de cómo se comporta la energía fotovoltaica

Según lo descrito en la tesis de (Ramos López & Luna Fuente, 2014) la energía eléctrica que se genera a partir de los paneles solares es inagotable con un buen mantenimiento y monitoreo y lo mejor que no contamina es una energía limpia por lo que es un buen aporte al desarrollo sostenible, además genera empleo local tanto a nivel nacional como internacional, tiene dos formas de ser aprovechada, la primera es que puede ser vendida a la red eléctrica pública o puede ser utilizada por los usuarios, familiares o cualquier persona que tenga acceso, este tipo de sistema es adecuado para varios sectores, y zonas

rurales que se encuentran aisladas donde las redes o tendidos eléctricos no abastecen su llegada, para este tipo de diseños e instalación los costos son un poco elevados pero mantienen su sistema hasta más de 30 años dando un buen mantenimiento y seguimiento.

1.6.3 Beneficios de energía fotovoltaica

- Se considera una energía renovable.
- La teoría nos indica que es una energía inagotable.
- Es una energía limpia y no contaminante.
- Dimensionable desde grandes plantas (empresas) a sistemas domiciliarios (hogares).
- Son capaces de adaptarse en lugares rurales o aislados.
- Se considera que contribuye al desarrollo sostenible.
- Fomenta el empleo a nivel nacional e internacional.

1.7 CELULAS FOTOVOLTAICAS

(GeneratePress, 2016) da a conocer que las células o celdas fotovoltaicas están conformadas por un dispositivo electrónico capaz de convertir la energía luminosa en energía eléctrica, su función es absorber los fotones de la luz para liberar electrones, dentro de los paneles solares consta de varias celdas trabajando de forma conjunta con el fin de generar un elevado potencial eléctrico (voltaje), existen paneles que están conformados con más de treinta y seis (36), sesenta (60) y setenta y seis (76) células solares.

Existen tres condiciones para que la célula fotovoltaica genere electricidad:

- Modificar el número de cargas positivas y negativas.
- Las cargas permitirán la aparición de una corriente.
- Se establece una diferencia de potencial o campo eléctrico.

1.8 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

(González Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014) nos indica que la instalación fotovoltaica está dividida en cuatro partes que son fundamentales y que se encargan de las funciones principales, las cuales son; captación de energía, regulación, acumulación de energía e inversión de tensión, todos los elementos deben estar conectados correctamente y siempre tener protecciones, tal como se muestra en la siguiente figura, donde muestra los elementos principales de un sistema solar fotovoltaico que son; módulo fotovoltaico, controlador o regulador de carga, inversor solar y las baterías.

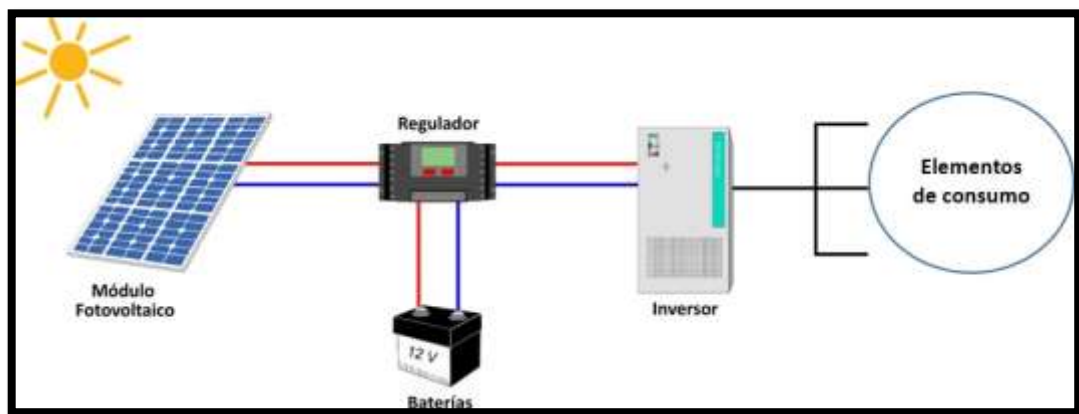


Figura 6: Sistema fotovoltaico, fuente: Google.

1.9 RADIACION SOLAR

La radiación solar expuesto por (Morán Narváez, 2020) indica que es la energía que el sol emite mediante reacciones nucleares de fusión que son producidas en el interior de su núcleo, se transmite de forma de radiación electromagnética alcanzando la atmósfera terrestre con una longitud de aproximadamente $0,15 \mu m$ a $4 \mu m$. La irradiancia es emitida desde el Sol y el transporte y propagación es de forma radial en el espacio vacío, sin sufrir pérdidas apreciables, antes de llegar a la superficie terrestre esta radiación solar es

sometida a diferentes reflexiones, absorción y varias difusiones que alteran sus características.

1.9.1 HORAS DE SOL PICO

Horas de sol pico se la conoce por sus siglas HSP, y son aquellas horas que la irradiación hipotética están alrededor de los 1000 W/m^2 y que sumen la misma irradiación total que la real ese día. La irradiación se expresa en KWh/m^2 , la distribución de la radiación en un día completo se muestra en la siguiente figura.

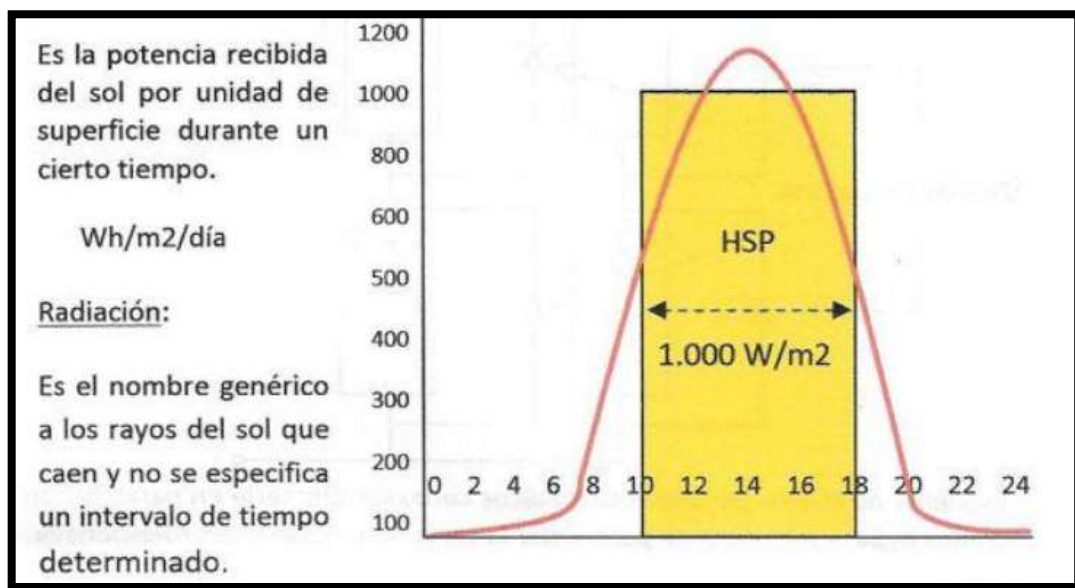


Figura 7: Hora solar pico, fuente: Google.

1.10 SISTEMAS AISLADOS

Dentro del sistema aislado (PAREJA, 2015) nos da a conocer que utiliza energía solar para convertirla o transformarla en energía eléctrica obviando las conexiones a las redes de energía eléctrica, con esta forma de obtener energía eléctrica es de suma importancia poder almacenarla en acumuladores o baterías solares, cabe rescatar que este tipo de instalaciones son apropiadas para zonas rurales donde el tendido eléctrico del sector público no abastece, es una buena inversión a largo plazo pero con un costo de producción altamente elevado.

Componentes básicos:

- Módulo o Paneles fotovoltaicos: Son las principales en el sistema y convierten la energía solar en energía eléctrica.
- Batería o Acumuladores de almacenamiento: Son aquellos dispositivos capaces de almacenar la energía eléctrica y suministran la energía a los equipos cuando lo necesitan.
- Controlador de carga: Es un equipo importante cuya función es administrar la energía eléctrica que pasen por el módulo o paneles solares.
- Inversor: Es un equipo que sirve para transformar la corriente.

Para una correcta instalación de un sistema fotovoltaico aislado es sumamente importante haber planificado, estudiado y diseñado todo el sistema y debe de poseer 5 factores importantes:

- La potencia de conexión es muy necesaria.
- El consumo de energía es primordial para monitorear.
- El tipo de consumo (CC, CA, 1 ϕ , 3 ϕ , etc.).
- El período de uso.
- La localización, el sector y el clima.

1.11 LAS EMISIONES DE CO2 QUE EVITA LA ENERGIA SOLAR

Conforme a lo publicado por (Alvarado, 2018) el país de EEUU vive un “boom energético” en el cual están vinculados varios sectores como son; académicos, empresariales, organizaciones no gubernamentales y el Estado, ellos son expertos en el tema de energía solar fotovoltaica, hace años la Casa Blanca anunció un proyecto que fue finalizado con éxito en el cual vinculaba diseño solar fotovoltaico aplicando así el término

de energías renovables, y no son los únicos proyecto en los cuales se han desarrollado, ya que la compañía Strata Solar tiene un sin número de proyecto solares, para así alimentar energéticamente a la población junto a sus viviendas, uno de los proyectos solares más importantes es aquel que cuenta con más de 26000 paneles en funcionamiento y se encuentra ubicada en la ciudad de Raleigh.

1.12 ANALISIS DEL GRADO DE ELECTRIFICACION

BASICA

Existen 2 grados de electrificación, y eso depende de la aplicación de equipos electrodomésticos que se implementan en la vivienda de la familia beneficiada.

- Grado de electrificación básico.
- Grado de electrificación elevado.

1.13 ACOMETIDA ELECTRICA

La acometida eléctrica es aquella conexión que por lo general se encuentra aérea, pero hay casos en los cuales las acometidas son subterráneas, está debe estar conectada desde las redes de distribución de la empresa pública con las instalaciones eléctricas de la vivienda, es de suma importancia esta conexión ya que brinda el suministro eléctrico en varios lugares; edificios, viviendas, centros comerciales, entre otros.

1.13.1 AMPERIOS

El amperio es la unidad de medida de la corriente eléctrica, tanto en corriente alterna como en corriente directa, es la cantidad de carga eléctrica que pasa o circula a través de un o varios conductores.

1.13.2 AMPERIOS HORA

El amperio hora es conocida como la unidad de carga eléctrica y la abreviatura denominada es Ah, indica la energía que pasa a través de terminales de un conductor, batería o algún elemento durante una hora (Finders, 2021).

1.13.3 PANEL SOLAR

Los paneles solares también conocidos como módulos fotovoltaicos constan de varias celdas denominadas células fotovoltaicas tienen como función principal convertir la radiación solar en energía eléctrica debido al efecto fotovoltaico que son provocados por los fotones y estos generan varias cargas con polaridades positivas y negativas en dos diferentes tipos de conductores generan así un campo eléctrico el cual producirá corriente eléctrica.

1.13.4 BATERIA SOLAR

La batería solar para el diseño fotovoltaicos es un equipo principal ya que debe soportar niveles de descargas profundos durante varios ciclos y debe ser capaz de almacenar la energía eléctrica que transforma los paneles o los módulos fotovoltaicos.

1.13.5 CABLE TRIPLEX CONCENTRICO 3X10

Conductor de electricidad flexible cubierto por varias capas y es óptimo para soportar hasta 30 amperios.

1.13.6 INVERSOR

El Inversor es un elemento o equipo del sistema fotovoltaico que su función es invertir de (DC) corriente continua a corriente alterna (AC), tiene que tener ciertas características como la magnitud, dirección, frecuencia y ángulo para el buen funcionamiento de los equipos a conectar (Planas, 2016).

1.13.7 IRRADIACIÓN

La irradiación es la unidad con magnitud usada para indicar la potencia incidente por unidad de superficie de cualquier tipo de irradiación electromagnética.

Ecuación 1: Irradiación.

$$I = \frac{P_{inc}}{As}$$

P_{inc} → Es la potencia que incide sobre la superficie.

As → Es el área de la superficie en que incide en la onda, se mide en W/m.

I → Es la magnitud de potencia incidente.

1.13.8 MODULOS FOTOVOLTAICOS

La función principal de los módulos fotovoltaicos son convertir la luz solar en energía eléctrica, por lo general están protegidos por un panel de vidrio templado en uno de los lados del panel, y en el otro una lámina de polímero, los rayos emitidos por la estrella solar son atravesados por estas capas hasta llegar a las células solares (SOLARWATT®, 2021).

1.13.9 RADIACION SOLAR

La radiación solar se la conoce como la energía que es emitida por el sol, capaz de propagarse a cualquier dirección a través de un espacio mediante ondas electromagnéticas, dicha energía es denominada como el motor de los procesos atmosféricos y el clima en general (IDEAM, 2021).

1.13.10 TIEMPO DE VIDA UTIL DE UN PANEL SOLAR

El tiempo de vida útil de un panel o modulo solar fotovoltaico este alrededor de los 25 años, es un periodo en la cual la potencia va disminuyendo por debajo de su valor

considerable, se estima su funcionamiento a un valor de 0,5% a la pérdida efectiva anual de una celda solar.



Figura 8: Paneles solares fotovoltaicos, fuente: (Martínez, 2021).

1.13.11 CORRIENTE MONOFÁSICA

La corriente eléctrica monofásica es aquella que se encuentran en un solo sentido y que pasa por un solo conductor, esta corriente es usualmente aplicada para la parte de distribución de iluminarias, equipos caseros o pequeños motores o generadores (SolarPlak, 2021).

2 CAPITULO II

ESTUDIO DE LA SITUACION ELECTRICA ACTUAL DE LA COMUNAMASA 2 PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

2.1 VISITA TECNICA PARA ADQUIRIR DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL SFV

Nuestro objetivo de visitar la Comuna Masa 2 era para obtener información precisa de su ubicación, medio de transporte como llegar, cuantos habitantes pertenecen a la Comuna.

Nos comunicamos con el ingeniero Gary Ampuño para poder establecer un vínculo de llegada a la Comuna ya que él tenía más conocimientos de la existencia de la Comuna que nosotros y es quien nos ayudo en el transcurso de este proyecto.

Se nos informó de las condiciones en que las familias viven en esta Comuna, carecen de servicios básicos como:

- Agua potable, líquido vital.
- Alcantarillado, eliminación de residuos.
- Energía eléctrica, uso cotidiano.

Al instante de pisar la Comuna Masa 2 se logró conocer y entablar una conversa con la presidenta de Masa 2 la cual es la Sra. Ana Valverde, con ella conversamos de todos los problemas que tienen como es la salud, la educación, alimentos, etcétera

También se nos informó que en la Comuna Masa 2 consta con 17 casas en las cuales viven en cada casa cerca de dos a tres familias y en total de habitantes, alrededor de 120.



Figura 9: Comuna Masa 2, fuente: Autores.

2.2 Transporte y movilización

La Comuna Masa 2 está ubicada a 40 minutos por la vía marítima, la salida es por el mercado del caraguay de la ciudad de Guayaquil, el acceso a la Comuna es un poco dificultoso por lo cual tenemos 2 opciones de llegada:

- La primera opción es por vía terrestre entrando por la parte sur de la ciudad en vehículo propio estando a 1 hora de llegada a la Comuna, la dificultad es conseguir un carro privado para poder ir, si tenemos el carro tenemos que conseguir los permisos para poder ir a la Comuna ya que el acceso vial es por camaroneras privada y los permisos tenemos que sacarlos mediante informes y detallar los nombres de las personas que acudiremos y pedirlos con 3 días de anticipación.
- La segunda opción que nos propusieron en cómo llegar a la Comuna es mediante una lancha de propiedad de la señora “MANABA”, ella nos prestaría el servicio de transporte, el punto de encuentro sería en el mercado caraguay a las 08h00 am y nos recogería para traernos de regreso a las 14h00 pm.



Figura 10: Embarque en el muelle de la caraguay, fuente: Autores.

El costo del pasaje en la lancha de la señora Manaba cuesta 5 dólares en total la ida y retorno hacia la Comuna Masa 2, como grupo de estudiantes, por primera vez de visita alquilamos la lancha solo para nosotros los cuales fuimos 20 estudiantes en ir, incluidos 2 ingenieros los cuales estuvieron a cargo de la visita técnica para adquirir datos y conocer a la familia en que ayudaremos con el sistema fotovoltaico para suplir el servicio básico de electricidad.



Figura 11: Llegada a la Comuna, fuente: Autores.

Una vez llegada a la Comuna desembarcamos por una pequeña playita que aparece cada vez que la marea baja, tuvimos una charla con los ingenieros Juan Carlos Lata y Cesar Cáceres, con las medidas de bioseguridad respectivas ya que estamos en momento de pandemia.

2.2.1 COMUNA MASA 2

La señora Ana Valverde es la presidenta de la Comuna, ella es la encargada de toda la organización de nuestra llegada, la que nos presentó a las familias con las que trabajaremos.

2.2.2 EDUCACIÓN

En Masa 2 solo existe un centro de enseñanza la cual es la Escuela de Educación Básica SIMON BOLIVAR, que acoge alrededor de 20 estudiantes, la profesora abarca solo la

educación básica, la cual cada mes va a la Comuna a dejar tareas y a l mismo tiempo revisa las tares dejada cada visita.

2.2.3 ALIMENTACIÓN

La alimentación que es fundamental para el ser humano es muy limitada en productos ya que los víveres deben de ser comprados en la ciudad de Guayaquil y para los habitantes de Masa 2 es dificultoso por transporte y dinero, al no tener energía eléctrica los víveres que necesitan refrigeración tienden a dañarse lo cual los comuneros guardan sus víveres en hieleras.

2.2.4 RELIGIÓN

La presidenta Ana Valverde me comunico que todas las personas en la Comuna son católicas, no tienen una iglesia pro en fechas especiales se reúnen para estudiar de la palabra de Dios.

2.2.5 SALUD

La Comuna Masa 2 no cuenta con un centro de salud principal, pero sin embargo varias veces acuden doctores a la Comuna Masa 2 a realizar brigadas médicas para cuidar de los comuneros.

2.2.6 PLANIFICACIÓN FAMILIAR

Dentro la planificación familiar las mujeres que son un pilar fundamental están al cuidado del hogar y los hombres se dedican 100 % al trabajo por lo general a la pesca, cada vivienda está compuesto de 1 a 2 niños.

2.2.7 SERVICIOS BÁSICOS

La Comuna Masa 2, no cuenta con el servicio básico como es el agua potable, se abastecen del líquido vital mediante tanqueros cuando reportan la llegada a las camaroneras, el sobrante de este líquido está destinada a los familiares de esta comuna, siempre se

considerar que esta agua no es 100% potable y hay que tener cuidado al momento de ingerirla, puesto que si no es hervida con anterioridad podría causar daños o enfermedades graves en cualquier ser humano.

En la Comuna Masa 2 no cuentan con el sistema de telefonía, pero sin embargo la alcaldía de Guayaquil tiene instalado un punto de internet en cual abaste alrededor de la escuela.

Los comuneros no constan con el servicio de energía mediante una red eléctrica, cubren este servicio mediante un generador el cual es encendido durante las 7 pm hasta las 10 pm y por ello el dueño del generador les cobra un mensual de \$25.00 dólares a cada familia. Tampoco cuentan con alcantarillado por lo que los comuneros todos los residuos van al mar mediante tuberías de PVC instalados por ellos mismo.

2.3 PREAMBULO A LA ENERGÍA SOLAR

(Gonzáles Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014) la energía solar obtenida por el sol ha sido considerada emergente ya que se ha presentado un estado marginal, desde aproximadamente en el 2010 se ha experimentado un considerable incremento por los motivos del ahorro energético y cuidado del medio ambiente, esta tecnología solar fotovoltaica debido a su aporte seguirá creciendo en el transcurso de los años y siglos.

2.3.1 MÓDULO FV

El módulo fotovoltaico, es conocido como panel o placa solares y es aquel dispositivo que se encarga de obtener la energía solar para comenzar la transformación en energía sostenible, se conoce que el material semiconductor del que está recubierto suele ser de silicio aquel elemento básico, las células solares y son sensibles a la luz y por ende genera electricidad al recibir la radiación solar gracias al fenómeno fotovoltaico (Enel Green Power, 2021).

2.3.2 COMPOSICIÓN, EFICIENCIA, VIDA UTIL

Los módulos fotovoltaicos están compuestos por varias células fotovoltaicas que se encuentran unidas entre sí, para lograr garantizar una correcta inclinación da deberán reposar en una estructura o varias estructuras y los dos terminales de salida recogerán y transfieren la corriente que es generada. La eficiencia del módulo FV es la relación entre la potencia eléctrica de salida y la potencia de la radiación solar que índice en la superficie del módulo, se conoce que el valor estándar de la radiación solar es de 1000 W/m^2 , es decir que en cada metro cuadrado incide 1000 W , se estima que la vida útil de estos paneles es de aproximadamente 25 años (Enel Green Power, 2021).

2.3.3 PANELES MONOCRISTALINOS Y POLICRISTALINO

Dentro de los paneles solares usados para los sistemas fotovoltaicos existen dos tipos que son usados cotidianamente y son: el silicio mono cristalino, policristalino que son de capa fina.

- **Silicio mono cristalino:** Este tipo de módulos por lo general son de color azul con tono negro, cuyas células están con bordes redondeados y son formadas por pequeños cristales de silicio mono cristalino con la orientación en la misma dirección, la luz que se emite deberá ser perpendicular par así lograr garantizar una eficiencia en la generación de energía, y la eficiencia se encuentra en un rango de 18-21%.
- **Silicio policristalino:** Este tipo de módulo usualmente su tonalidad son de color azulados que varía su tono con el pasar de las horas, están compuestos por pequeños cristales que no son uniforme totalmente por lo general la eficiencia es un poco más baja que se encuentra en un rango de 15-17% eso sí con la condición de que los rayos emitidos por el sol le den perpendicularmente para lograr así un rendimiento eficaz en el transcurso del día.

- **Capa fina:** Este tipo de módulo por lo general maneja una eficiencia muy baja, pero una de sus ventajas es que funciona con la luz difusa o con unas altas temperaturas.

(Enel Green Power, 2021).

2.3.4 ALMACENAMIENTO DE ENERGIA EN BATERIAS

Para el almacenamiento eficaz de la energía eléctrica obtenida por los paneles o módulos fotovoltaicos hacia la batería está debe tener iones de litio que son recargables, para así luego tener la predisposición de usarla en el momento adecuado o cuando el usuario o la empresa desee usarla, una gran ventaja del almacenamiento incluye una eficiencia, un ahorro y es sostenible a permitir fuente renovables y disminuir el consumo, siempre es necesario saber que la capacidad de almacenamiento varía de acuerdo al tipo de batería empleada y también dependerá de la radiación solar, las más usadas son las estacionarias o de ciclo profundo, en general de plomo ácido, ya que son más caras usar las baterías de níquel, una desventaja dentro de almacenamiento son los costos de mantenimiento, y su alta complejidad en la instalación (Enel X, 2021).

TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
Tubular estacionaria	* Ciclado profundo. * Tiempos de vida largos. * Reserva de sedimentos.	* Precio elevado. * Disponibilidad escasa en determinados lugares.	
Arranque (SLI, automóvil)	* Precio * Disponibilidad	* Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes. * Escasa reserva de electrolito	
Solar	* Fabricación similar a SLI * Amplia reserva de electrolito * Buen funcionamiento en ciclados medios.	* Tiempo de vida medios. * No recomendada para ciclados profundos y prolongados.	
Gel	* Escaso mantenimiento	* Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremos	

Figura 12: Tipo de Baterías, fuente: (González Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014).

2.3.4.1 PLOMO-ACIDO

La batería de plomo que comúnmente se la conoce como ácido-plomo es aquella batería que se usa en vehículos convencionales para el arranque, también se la ha empleado en la tracción de vehículos eléctricos, la tensión va de 6 a 12 voltios, siempre será con múltiplos de 2, ya que la generación de voltaje se da cada 2 voltios, una ventaja es que puede proporcionar una corriente alta, lo que es ideal para motores o generadores de arranque.

2.3.4.2 NIQUEL-CADMIO

Este tipo de batería Níquel-Cadmio la estructura de la cual está formada es casi parecida a las baterías que son de plomo-ácido, y emplea el hidróxido de níquel en la construcción de las placas positivas y para las placas negativas el óxido de cadmio, se conoce que el

electrolito es de hidróxido de potasio y el nivel de voltaje es de 12 V, las descargas profundas pueden ser de hasta un 90% y por eso la vida útil es aún más duradera.

2.3.5 REGULADOR DE CARGA

Los reguladores solares de carga (AutoSolar, 2021) es aquel dispositivo elaborado electrónicamente con la única función de controlar el estado de carga del conjunto de baterías con el fin de garantizar un llenado eficaz y óptimo para así lograr una larga vida útil, este tipo de reguladores se debe instalar entre el conjunto de paneles o módulos fotovoltaicos y el conjunto de baterías y debe encargarse únicamente de enviar el flujo de energía eléctrica para que circule entre estos dos elementos o equipos solares.



Figura 13: Regulador de Carga, fuente: (AutoSolar, 2021).

El control o flujo de energía eléctrica que se encarga el regulador de carga se produce gracias al control de la Intensidad de Corriente y la Diferencial de potencial a lo largo del tiempo que dura esta etapa del regulador de carga.

2.3.6 INVERSOR

El Inversor dentro del sistema solar fotovoltaico es aquel dispositivo que se encarga de transformar la tensión de entrada de corriente continua (CC) a una tensión simétrica de salida este tipo puede ser; senoidal, cuadra o triangular de corriente alterna (CA), con la ventaja que el cliente, diseñador o usuario determine el valor de la magnitud y frecuencia que desee en el sistema solar fotovoltaico. Estos Inversores son utilizados a menudo y con variedades de aplicaciones, desde pequeños circuitos electrónicos hasta grandes huertas solares (Traxco, 2021).



Figura 14: Inversor, fuente: (Traxco, 2021)

2.3.7 CARACTERISTICAS DE UN INVERSOR SOLAR

- **Potencia:** Dentro del inversor se encuentra la potencia nominal que es aquella potencia máxima que logra ofrecer el inversor, por lo general la unidades que se leen son; el vatio (W) o el voltio amperio (VA), estas dos unidades hacen referencia a la potencia y son diferenciadas por el tipo de consumidor que exista

en el sistema, por lo general las cargas que son denominadas residenciales como es la bombilla incandescente.

- **Potencia máxima:** Este tipo de potencia máxima es entregable hacia el inversor y suele ser más del doble de la potencia nominal, los valores de potencia máxima se dan durante pocos segundos con el fin de responder a los picos altos de consumo como, por ejemplo, el arranque de un motor.
- **Temperatura:** La temperatura en los inversores habitualmente son de 25°C, cuando existe un aumento esto se debe por la disipación del calor generado por el efecto Joule y esto ocasiona que la potencia entregable por el inversor disminuye.
- **Tensión:** En el inversor la tensión se define a través del conjunto de baterías que esté conectado en sistema solar fotovoltaico, por lo general cuando hay inversore de 12 voltios la potencia suele ser hasta unos 2000 W, cuando el nivel de voltaje supera los 24 voltios la potencia está entre rango de 2000 a 3000 W, y cuando hay nivel de voltaje superior de 48 voltios la potencia será entre 4000 a 10000 W, esto se debe a la conversión de energía CC a CA y la intensidad de corriente que pase por la conexión entre inversor y batería.

(AutoSolar, 2021).

2.3.8 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS

Dentro del sistema solar fotovoltaicos aislado se emplea inversores de conmutación que son altamente forzados, con el fin de lograr generar corriente alterna (CA) mediante conmutación forzada y se da gracias a la apertura y cierre que son forzados por el sistema de control.

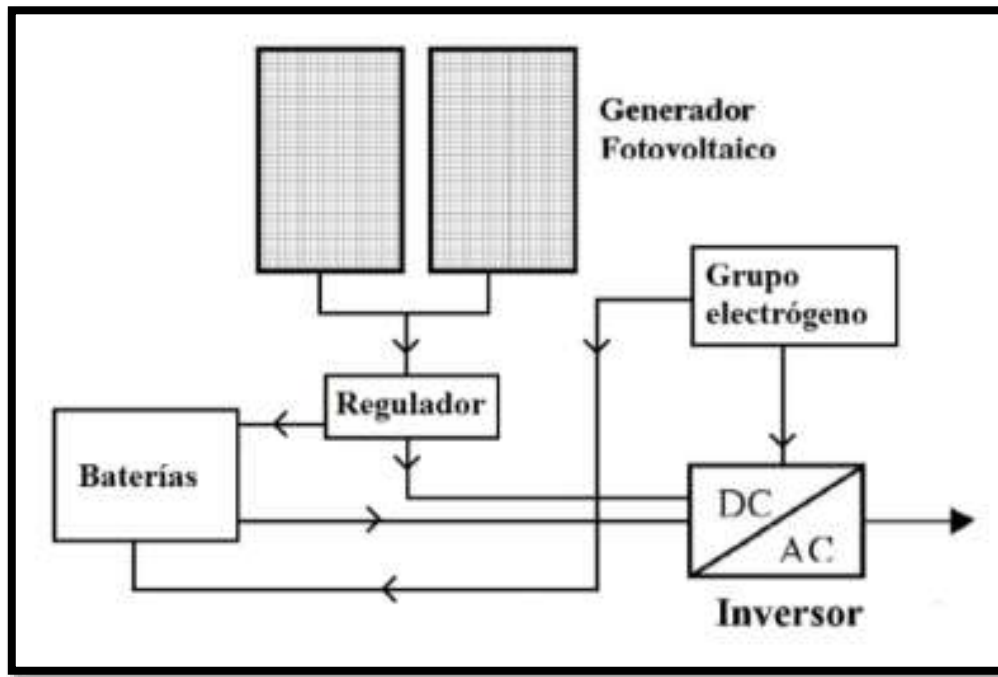


Figura 15: Diagrama del sistema solar aislado, fuente: (González Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014).

3 CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UNA VIVIENDA DE LA COMUNAMASA 2

3.1 ANTECEDENTES

Para diseñar una instalación de un sistema solar fotovoltaico es de suma importancia obtener la información necesaria al igual que ejecutar los cálculos minuciosamente evitando cualquier error para así poder dimensionar todos los equipos empleados.

El Capítulo 3 se basará en analizar datos, cálculos y componentes que conformen nuestro sistema solar fotovoltaicos, algunos ítems serán:

- Orientación e inclinación.
- Cálculo para una inclinación óptima.
- Orientación del panel solar.
- Información de la familia beneficiaria.
- Plano arquitectónico de la familia.
- Plano eléctrico de la familia.
- Planilla eléctrica actual del grupo familiar.
- Diagrama unifilar del sistema solar fotovoltaico.
- Cálculos técnicos.

3.2 ORIENTACIÓN DEL SF Y LA INCLINACIÓN

Dentro de la orientación e inclinación del conjunto de paneles o módulos fotovoltaicos es de suma importancia considerar que la posición viene dada por dos ángulos; inclinación y orientación, la dirección que debe tener es de forma homogénea para así aprovecharla y que no exista muchas pérdidas para que sea lo óptimo posible. En el hogar de la familia beneficiada de la Comuna Masa 2 la orientación tiene un ángulo de 0° lo cual lo hace eficaz para la implementación, sin embargo es necesario tomar en cuenta el polvo suspendido en el aire y la lluvia.

3.3 CÁLCULO DE INCLINACION ÓPTIMA

Se debe realizar el siguiente cálculo de inclinación del panel solar necesitamos ayudarnos de la siguiente fórmula:

Ecuación 2: Cálculo de Inclinación Óptima.

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69|\theta|$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69|2.0798|$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 1.43$$

$$\beta_{opt} = 5.13^\circ$$

Donde:

$|\theta| \rightarrow$ Latitud del lugar.

$\beta_{opt} \rightarrow$ Ángulo de inclinación óptimo

Es recomendable usar un valor de 15° cuando el valor obtenido mediante los cálculos sea menor o igual a 15° , esto ocurre cuando existe latitud muy pequeña que es el caso del Ecuador.

3.4 ORIENTACIÓN DE PANEL SOLAR

Se sabe con anterioridad que el ángulo de orientación del módulo o panel solar es de 0° porque el hogar de la familia beneficiada se encuentra ubicada sobre el Ecuador donde la inclinación con respecto al sol es mínima, aproximándose a 0.

3.5 INFORMACIÓN DE LA FAMILIA BENEFICIADA

A continuación, detallaremos los datos personales de la familia beneficiada a la cual se le procedió a instalar el sistema solar fotovoltaico y los diferentes cálculos que se realizaron, la familia Zúñiga Espinoza tienen un sin número de aparatos eléctricos los cuales requieren una carga diferente para elemento, se tomará en cuenta los siguientes datos.

- Datos personales.
- Artefactos eléctricos utilizados actualmente.

Tabla 1: Datos de la Familia Beneficiada, fuente: Autores

Familia seleccionada	
Residencia de la familia Zúñiga	
Integrantes: 4 personas	
Nombre del jefe de hogar	Byron Zúñiga Ferrusola
Hijos	2

Tabla 2: Información de artefactos eléctricos, fuente: Autores.

Electrodomésticos de la vivienda			
Cargas para la implementación del sistema fotovoltaico			
Elementos	Cantidad	Potencia	Total
Focos leds	4	15	60
Toma corriente	2	22	44
Licuadaora	1	300	300
Televisor	1	115	115

3.6 PLANO ARQUITECTÓNICO Y ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA

3.6.1 Plano arquitectónico

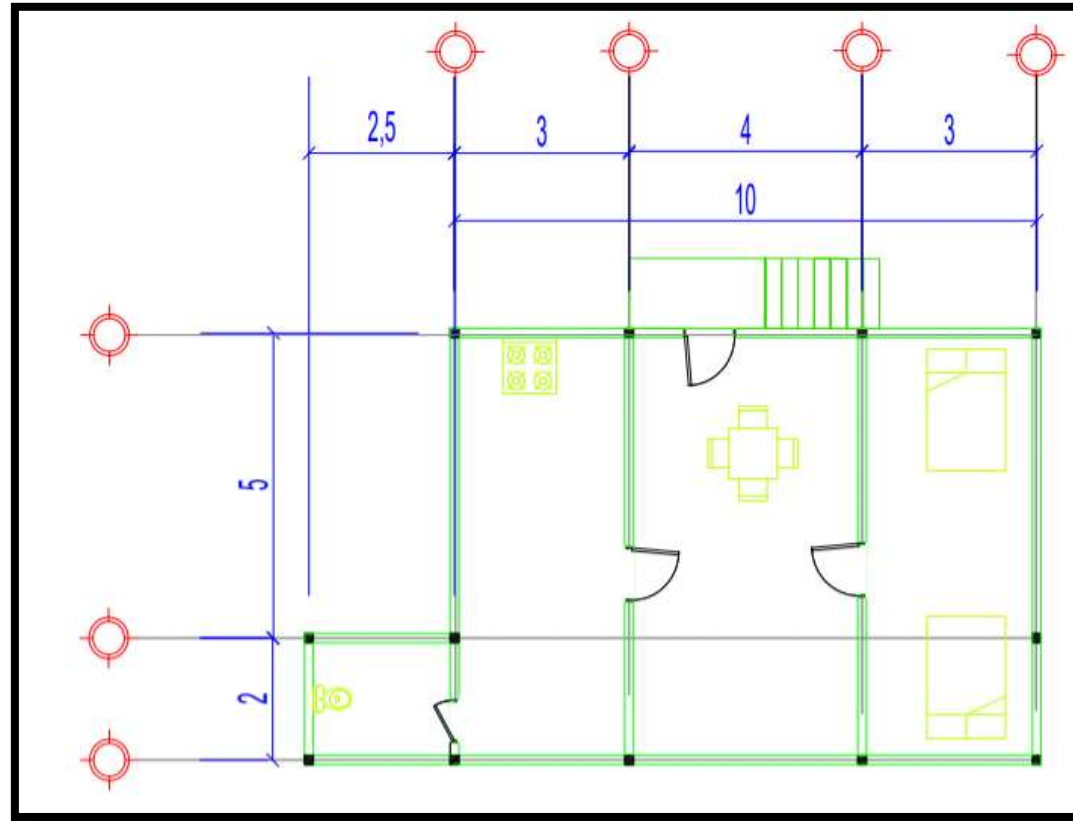


Figura 16: Plano arquitectónico de la vivienda beneficiada, fuente: Autores.

3.6.2 Plano eléctrico de la vivienda

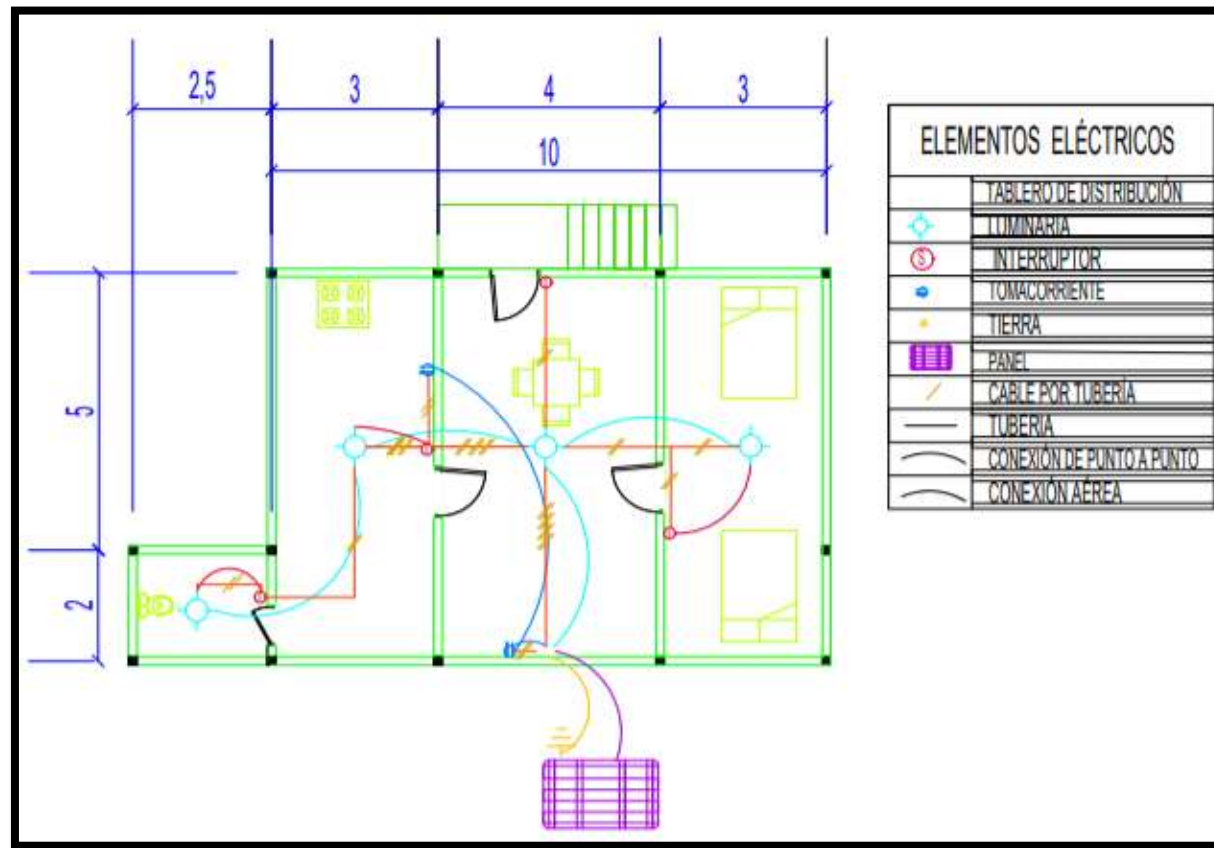


Figura 17: Plano eléctrico de la vivienda beneficiada, fuente: Autores.

3.7 DISEÑO UNIFILAR DEL SISTEMA

Diseño Unifilar del Sistema Solar

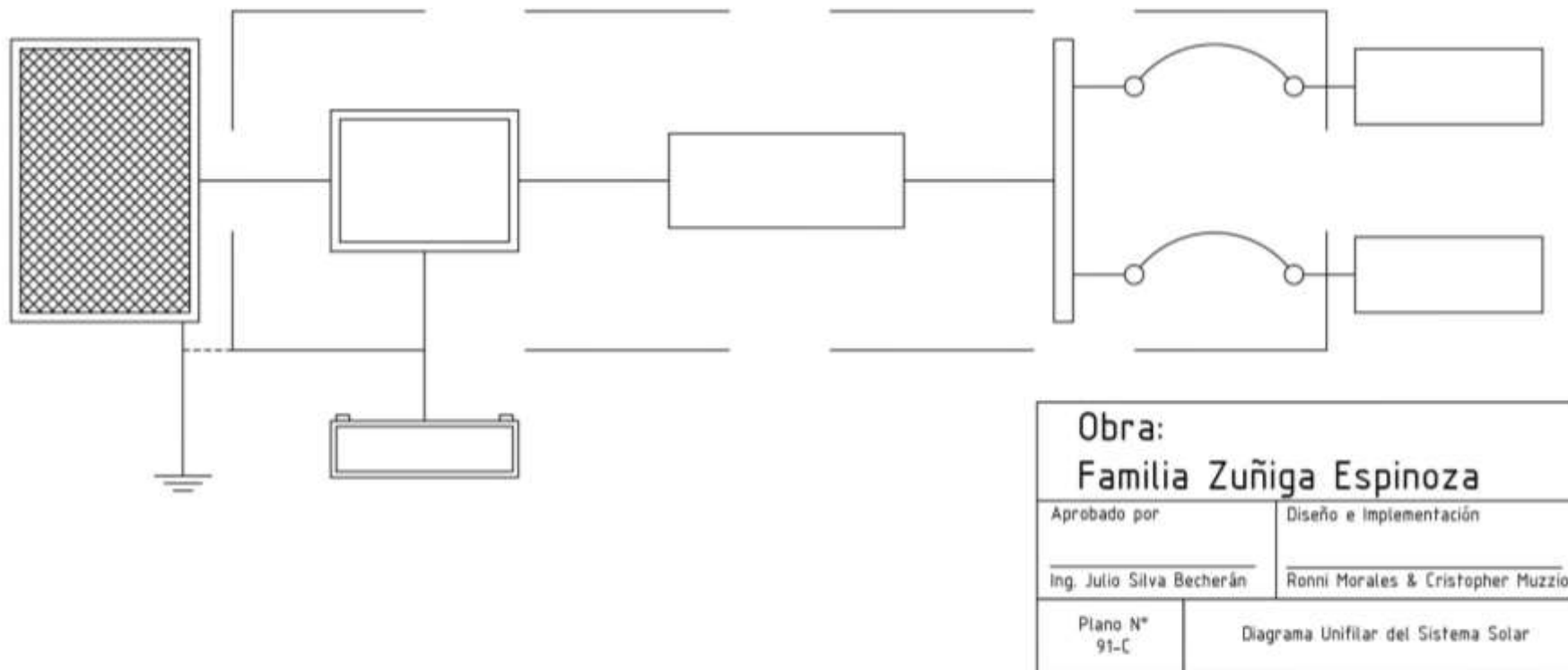


Figura 18: Diseño Unifilar del Sistema Solar, fuente: Autores.

3.8 CÁLCULOS TÉCNICOS

3.8.1 Estudio de carga de la familia Zúñiga Espinoza

➤ POTENCIA POR CIRCUITOS

Potencia T # 1 = $4 \times 9 \text{ W} = 36 \text{ W}$

Potencia T # 2 = $1 \times 115 \text{ W} = 115 \text{ W}$

Potencia T # 3 = $1 \times 50 \text{ W} = 50 \text{ W}$

➤ CONSUMO DIARIO POR CIRCUITO

Potencia total # 1: 36 W

Horas de funcionamiento: 5

Total: 180 w/h

Potencia total del # 2: 115 W

Horas de funcionamiento: 5

Total: 575 w/h

Potencia T circuito # 3: 50W

Horas de funcionamiento: 2

Total: 100 w/h

➤ POTENCIA TOTAL INSTALADA

Potencia T circuito # 1: 36 W

Potencia T circuito # 2: 115 W

Potencia T circuito # 3: 50 W

Potencia Total instalado: 201 W

➤ CONSUMO DIARIO DE LA VIVIENDA

Consumo T circuito # 1: 180 w/h

Consumo T circuito # 2: 575 w/h

Consumo T circuito # 3: 100 w/h

Consumo total de la vivienda: 855 w/h

3.9 CÁLCULO DEL CONSUMO DE LA VIVIENDA

Para conocer la potencia absoluta se debe establecer el consumo de todo el sistema solar fotovoltaico y se deber determinar en primer lugar la eficiencia que tienen los equipos que conforma el sistema solar fotovoltaico, con la ecuación que se muestra a continuación:

Ecuación 3: Cálculo del Consumo Total del Sistema.

$$L = \frac{L_{cc}}{n_{bat}} + \frac{L_{ca}}{n_{bat} \cdot n_{Inv}}$$

L → Consumo de energía diaria.

L_{cc} → Consumo de energía DC/día.

L_{ca} → Consumo de energía AC/día.

n_{bat} → Eficiencia de la batería.

n_{Inv} → Eficiencia del inversor.

Dado un valor de la eficiencia del 90% en los equipos fotovoltaicos se obtiene el siguiente resultado:

Familia beneficiada

$$L = \frac{0}{0.90} + \frac{885}{0.90 \cdot 0.90}$$
$$L = 1055.55 \text{ W/h}$$

3.10 CÁLCULO DE LA BATERÍA

Para establecer el conjunto de baterías en el sistema solar fotovoltaicos se tiene que utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación 4: Cálculo de la Batería.

$$C_{sb} = \frac{E_{cm} \cdot D_{aut}}{V_{sb} \cdot M_{pd}}$$

C_{sb} → Capacidad del banco de baterías.

E_{cm} → Consumo máximo de energía.

D_{aut} → Días de autonomía.

V_{sb} → Voltaje del banco de baterías.

M_{pd} → Máxima descarga.

Cálculo del conjunto de baterías para la familia beneficiada:

$$C_{sb} = \frac{1055.55 \cdot 3}{12 \cdot 0.70}$$
$$C_{sb} = 376.98 \text{ Ah}$$

El número de las baterías que estarán en serie del sistema solar fotovoltaicos para la vivienda beneficiada se obtiene con la siguiente ecuación:

Ecuación 5: Voltaje del sistema de baterías.

$$V_{sb} = N_s \cdot V_b$$

N_s → Baterías en serie.

V_b → Voltaje de batería.

V_{sb} → Voltaje del sistema de baterías.

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

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

$$N_s = 2$$

3.11 DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL SOLAR

Se debe determinar la cantidad de módulos o paneles solares fotovoltaicos con la siguiente ecuación:

La energía de consumo máximo está dada por la siguiente ecuación.

Ecuación 6: Dimensionamiento del panel solar.

$$E_{cm} = 1.2 \cdot c$$

$$E_{cm} = 1.2 \cdot 855$$

$$E_{cm} = 1026 \frac{Wh}{h}$$

Donde:

$E_{cm} \rightarrow$ Energía de consumo máximo.

$c \rightarrow$ Consumo.

Se define la potencia nominal, con la siguiente ecuación:

$$E = P_n \cdot t \cdot P_r$$

$$t = \frac{51.400}{1.00}$$

$$t = 51.4 h$$

Ecuación 7: Potencia Nominal.

$$P_n = \frac{E}{t \cdot P_r}$$

$$P_n = \frac{1026}{51.4 \cdot 0.168}$$

$$P_n = 118.81 \text{ W}$$

Donde

$E \rightarrow$ Energía.

$t \rightarrow$ Horas solar Pico.

$P_r \rightarrow$ Eficiencia del sistema.

Luego definimos la potencia pico

Ecuación 8: Potencia Pico.

$$P_p = 1.2 \cdot P_n$$

$$P_p = 1.2 \cdot 118.81$$

$$P_p = 142.57$$

Donde

$P_p \rightarrow$ Potencia Pico.

Una vez realizado los cálculos previos, se define la cantidad de módulos o paneles solares fotovoltaicos.

Ecuación 9: Número de módulos fotovoltaicos.

$$N = \frac{P_p}{P_{mod}}$$

$$N = \frac{142.57}{1.25 \cdot \frac{L}{HSP}}$$

$$N = \frac{142.17}{1.25 \cdot \frac{1055}{51.4}}$$

$$N = 5.55 \rightarrow 6$$

Se tomaría N = 6 módulos fotovoltaicos.

Donde:

$N \rightarrow$ Número de módulos fotovoltaicos.

$P_{mod} \rightarrow$ Potencia del módulo fotovoltaico.

3.12 CÁLCULO DEL INVERSOR

Dentro de los cálculos para el inversor se debe de considerar la potencia pico y cuál es la cantidad exacta de los módulos o paneles fotovoltaicos, y la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 10: Cálculo del Inversor.

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

$$P_p = 1.25 \cdot (201 \cdot 3)$$

$$P_p = 753.75 \text{ W}$$

Donde:

$P_p \rightarrow$ Potencia Total.

El resultado para el inversor de nuestro sistema será con una potencia máxima de 1946 W, no debe de exceder dicho valor puesto que se presentaría un incorrecto funcionamiento.

Para saber el número de módulos fotovoltaicos en serie a utilizar nos guiaremos de la siguiente formula.

Ecuación 11: Número de módulo fotovoltaicos en serie.

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

Donde:

$N_s \rightarrow$ Número de módulos conectados en serie.

$V_{sb} \rightarrow$ Voltaje del banco de baterías.

$V_{mpp} \rightarrow$ Voltaje del MPP del panel.

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

$$N_s = 0.47$$

$$N_s = 1$$

3.13 PLANTILLA DE CIRCUITO DERIVADO DE LA FAMILIA

Tabla 3: Plantilla del circuito derivado de la familia, fuente: Autores.

Plantilla de circuitos derivados								
Trabajo	Masa 2			Familia:		Zúñiga Espinoza		
Fecha				Integrantes:		2 adultos		
						2 niños		
Archivo	Estudio de carga							
Ubicación								
Carga en corriente alterna 120 VAC								
Módulo	Circuito					Gasto		Servicio
Dato total	Ítem	Descripción	Cant.	P. U	P. T	Horas	W/ H	
Potencia	1.	Iluminación	4	9	36	5	180	Alumbrado
AC	2.	Televisor	1	115	115	5	575	Diversión
Instalada	3.	Licuadaora	1	50	50	2	100	Comida
Cálculo del sistema Fotovoltaico								
Consumo en AC							855 w/h	
Consumo en DC							0 w/h	
Rendimiento de la batería							0.85	
Rendimiento del inversor							0.85	
Consumo del medio total							1055.55 w/h	

Capacidad del banco de baterías	376.78 ah
Voltaje del banco de batería s	12 v
Irradiación solar	51.400 Wh/m
Potencia del panel solar	32.42 wp

3.14 SOFTWARE PVSYST

PVSyst es una herramienta de diseño preliminar para evaluar la efectividad y las posibilidades de implementación de los sistemas fotovoltaicos, se ha presentado un avance tecnológico mediante el conjunto de varios profesionales, PVSyst ofrece una amplia información sobre las tecnologías para los sistemas solares fotovoltaicos.

3.15 SIMULACION SOFTWARE PVSYST

El software PVSyst ofrece un diseño de un sistema solar con la condición de la potencia desea, ingresando los datos siguientes:

- Horas de funcionamiento.
- Cantidad de equipos o elementos.
- Potencias de cada equipo o elemento.

Los módulos o paneles solares también se logran posicionar mediante la orientación e inclinación, que anteriormente fueron calculados, y se debe de tener en cuenta la estación ya sea invierno o verano, para nuestro sistema la vivienda de la familia beneficiada no tiene obstáculo y ese ayuda mucho para el diseño e instalación de todo el sistema solar fotovoltaico.



Figura 19: Logotipo de PVSYST Photovoltaic Software, fuente: (PVSYST, 2021).

PVSyst ofrece un amplio catálogo de todos los elementos necesarios para poder diseñar y dimensionar un sistema solar fotovoltaico con la finalidad de que nuestro sistema sea preciso y eficaz, se debe considerar los aspectos como son; orientación e inclinación cuando se vaya a instalar, y se debe tomar en cuenta todos los parámetros y características técnicas de cada elemento o equipo que conforma el sistema solar fotovoltaicos; regulador de carga, batería, módulos, controlador, el consumo de carga, diagrama de rendimiento, balances y los resultados de radiación anual.

La implementación del software PVSyst resultó eficaz al momento de comparar los resultados de la simulación con los resultados obtenidos mediante los cálculos, han sido similares y concluye que los cálculos fueron realizados correctamente de nuestro sistema solar fotovoltaico (PVSYST, 2021).

3.16 NORMATIVAS TÉCNICAS

Los materiales o equipos que funcionan con energía eléctrica por lo general vienen regulados con estándares o normas técnicas, por lo general las más empleadas son las IEC e IEEE, son esenciales para el manejo, dimensionamiento o construcción en el ámbito técnico.

3.16.1 IEC

Está empleado en sectores eléctricos, electrónicos y en varias tecnologías y se conforma con varios organismos internacionales en distintas áreas técnicas (IEC Company, 2021)

3.16.2 IEEE

Estándar técnico que maneja normas, instrucciones y protocolos para diferentes áreas técnicas, es una asociación de ingenieros a nivel internacional que manejan exclusivamente dichas normas y estándares técnicos (IEEE Company, 2021)

4 CAPITULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A LA FAMILIA BENEFICIADA

4.1 ANTECEDENTES

Para el diseño y la implementación de nuestro sistema solar fotovoltaico que se llevó a cabo en la vivienda de la familia Zúñiga Espinoza en la Comuna Masa 2 en el suroeste de Guayaquil provincia del Guayas se tomaron varias vistas de las ubicaciones como fueron:

- Vista general.
- Vista especifica.
- Vista global tomada de Google Maps.

4.1.1 Vista General

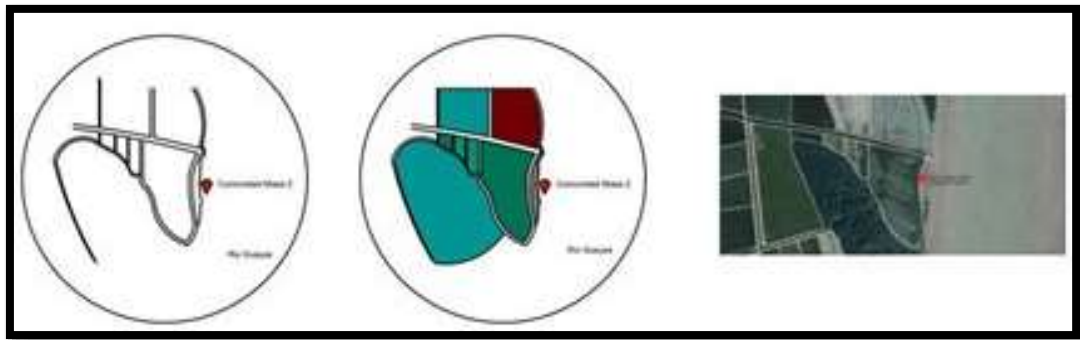


Figura 20: Diseño de la Comuna Masa 2 – Vista General, fuente: Autores.

4.1.2 Vista Especifica

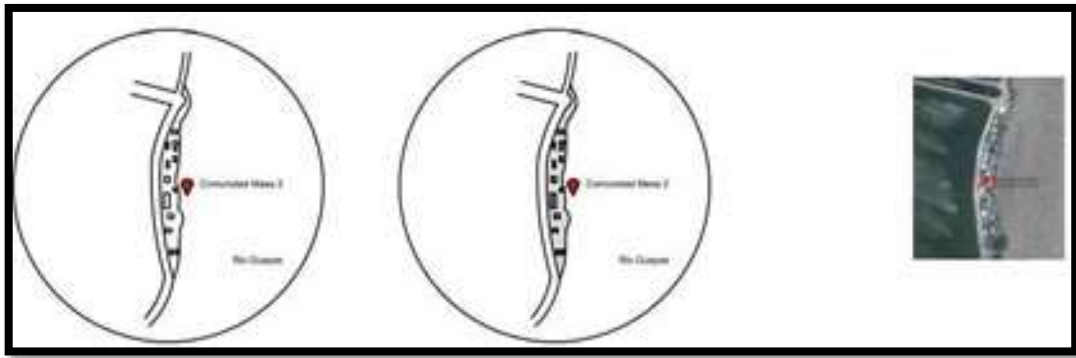


Figura 21: Diseño de la Comuna Masa 2 – Vista Especifica, fuente: Autores.

4.1.3 Vista Global

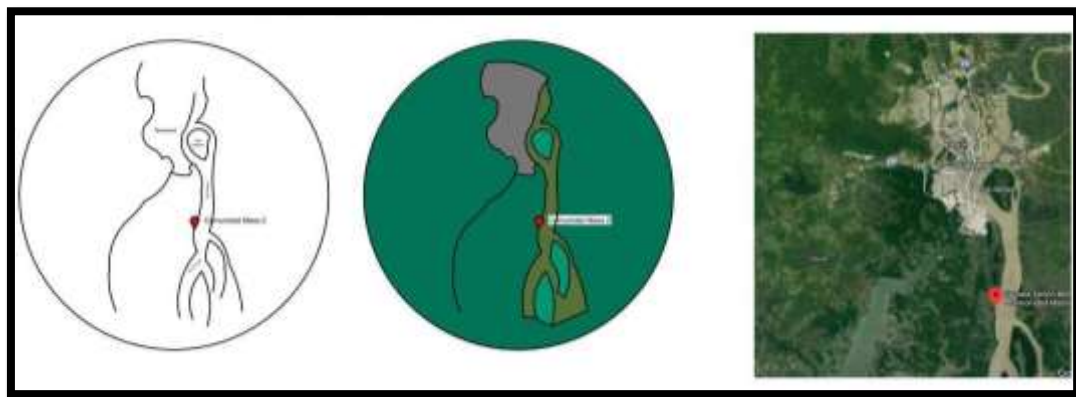


Figura 22: Ubicación geográfica – Vista Global, fuente: Autores.

4.2 FIGURAS AMPLIADAS CON LA UBICACIÓN DE LA VIVIENDA BENEFICIADA

4.2.1 Vista General

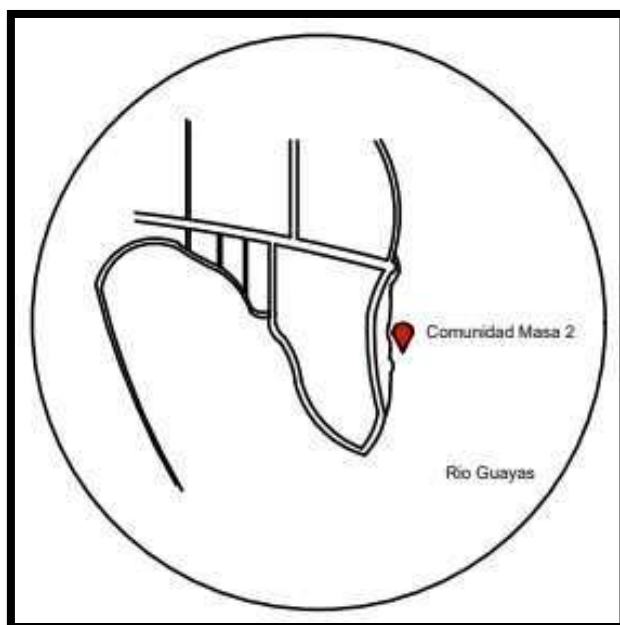


Figura 23: Vista general del poblado Masa 2 – Vista General, fuente: Autores.

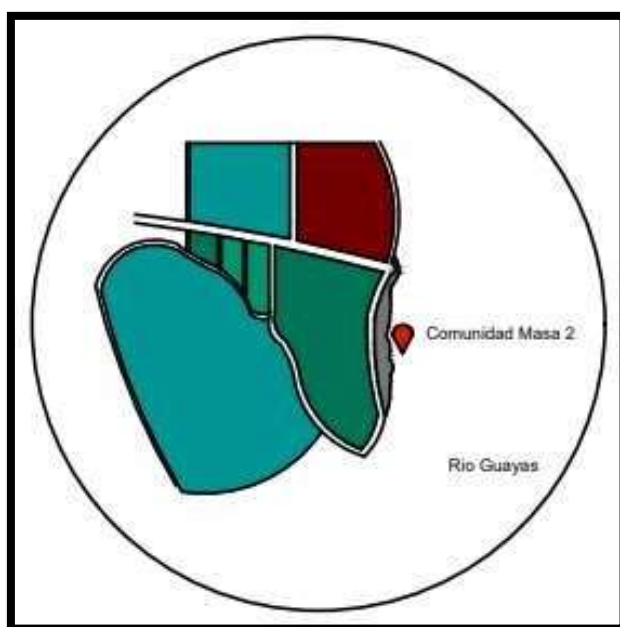


Figura 24: Ubicación del poblado Masa 2, fuente: Autores.



Figura 25: Zoom del poblado Masa 2 , fuente: Autores.

4.2.2 Vista Especifica

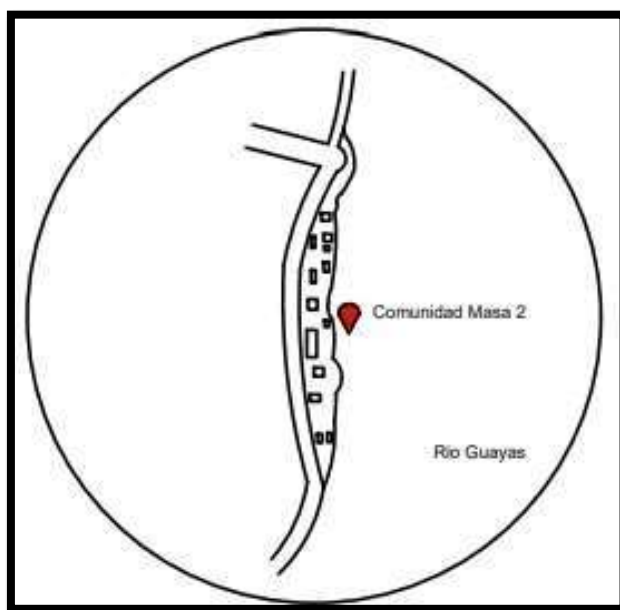


Figura 26: Punto especifico de la implementación, fuente: Autores.

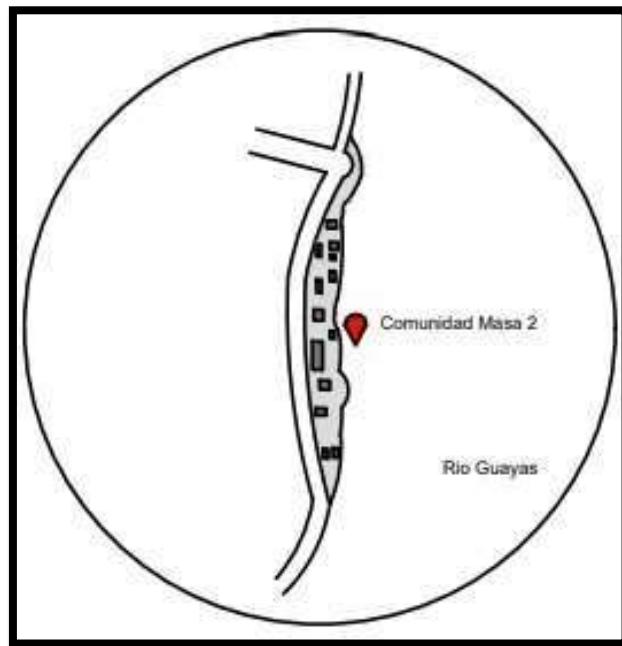


Figura 27: Selección del lugar de implementación, fuente: Autores.



Figura 28: Foto aérea de masa 2, fuente: Autores.

4.2.3 Vista Global

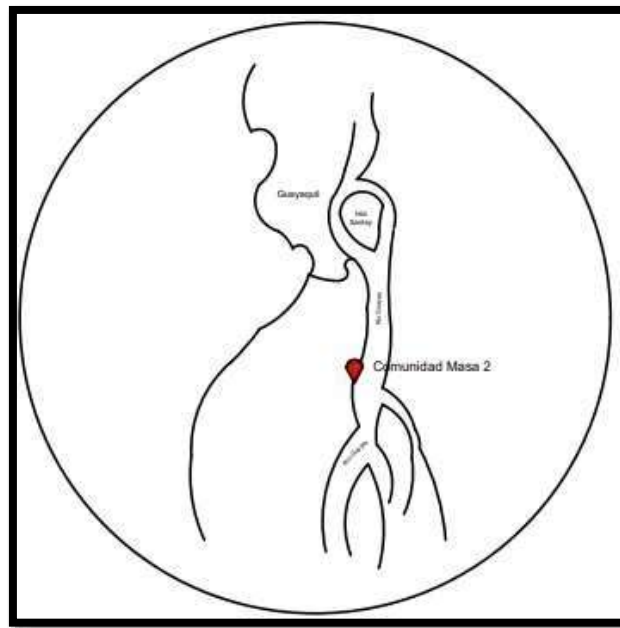


Figura 29: Ubicación geográfica, fuente: Autores.

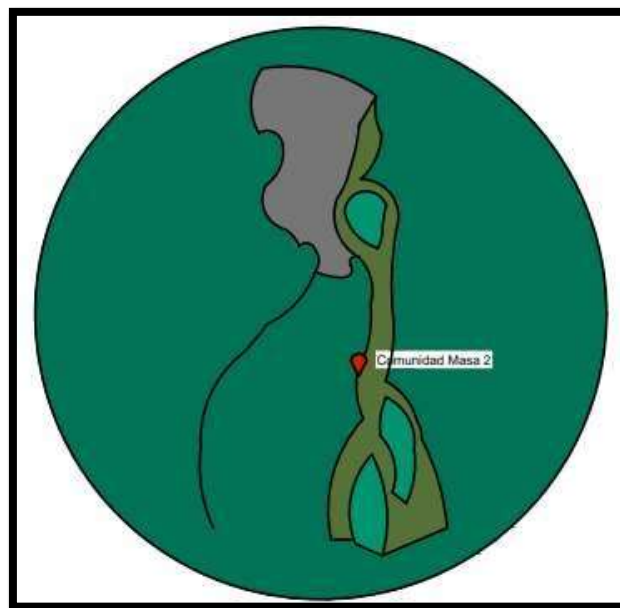


Figura 30: Ubicación geográfica, fuente: Autores.



Figura 31: Ubicación geográfica, fuente: Autores.

4.3 MATERIALES EMPLEADOS PARA LA INSTALACIÓN RESIDENCIAL

Se detallará los materiales empleados durante el proceso de instalación tanto para el área residencial como para el sistema fotovoltaico:

1. Instalación del sistema de batería
2. Colocación de paneles solares.
3. Instalación de la Estructura del soporte.

4. Instalación de ductos
5. Instalación de cajas de paso.
6. Instalación de cajetín cuadrado PVC 4 x 4.
7. Conductores
8. Boquillas
9. Interruptores
10. Canaletas
11. Breakers.
12. Tomacorrientes.

4.4 COMPONENTES EMPLEADOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO IMPLEMENTADO

4.4.1 Paneles solares

Los paneles y su función principal son de transformar la energía solar a eléctrica, de manera comercial o doméstica, la implementación de los paneles solares debe ser con una estructura que tenga las condiciones de soportar el arreglo fotovoltaico, y su acero debe ser inoxidable para que en el transcurso de los años no exista corrosión.



Figura 32: Estructura de los paneles solares, fuente: (Ruiz, 2021)

4.4.2 Banco de Baterías

La implementación del banco de baterías está protegida con un sistema de controlador de carga que es sumamente importante que no se llene de polvo ni que se moje con las lluvias que se dan en el invierno, evitando los gases y olores que son emitidos por el banco de baterías, la configuración del banco es importante ya que no deben de estar muy separadas ni alejadas para que no se presente pérdidas o alguna caída o pérdida de tensión y también debe ser ubicada adecuadamente en una base de madera para prevenir algún imprevisto o si llegará existir una descarga eléctrica.

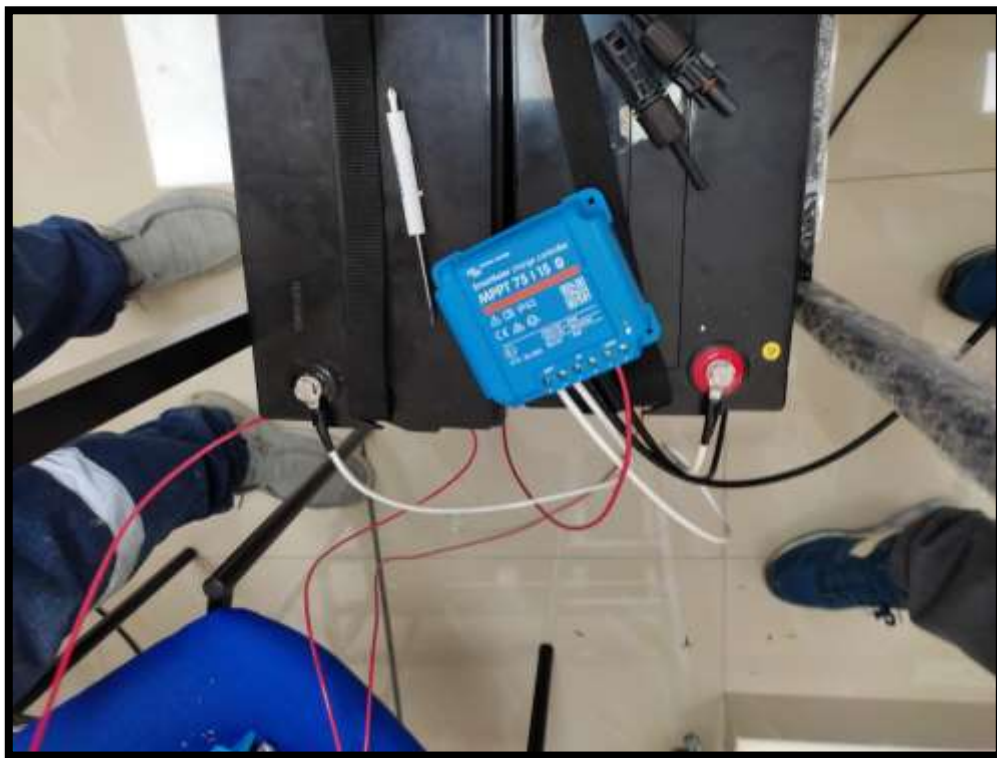


Figura 33: Banco de Baterías, fuente: Autores.

(Damia, 2021) da a conocer que las baterías en los sistemas fotovoltaicos son importantes ya que su tarea primordial es de poder almacenar energía que es producida por los paneles solares, tienen una amplia ventaja de la cual se basa en soportar niveles altos de descargas en varios ciclos de carga y descargas por lo general son hechas de plomo ácido.



Figura 34: Baterías solares, fuente:(Damia, 2021)

4.4.3 Configuración del sistema fotovoltaico

Para la configuración en los sistemas fotovoltaicos se encuentra con un sin número de tipos de diseños, y para ello depende de los componentes principales que se pretenda realizar, nuestro sistema suministrará completamente la demanda sin concurrir de otros tipos de energía.

Los sistemas fotovoltaicos se generan en sectores donde es complicado el acceso a las redes eléctricas, para ello se debe planear y realizar un estudio que conlleve planificación ya que son proyectos donde la inversión económica es mayor.

4.5 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL USO DE PVSYST

4.5.1 Características del sistema fotovoltaico en PVSYST

- PVSyst - Informe de simulación
- Sistema autónomo
- Proyecto: Nuevo Proyecto Masa 2 Morales
- Variante: Nueva variante de simulación
- Sistema autónomo con baterías
- Potencia del sistema: 405 Wp
- Segal – Ecuador

4.5.2 Resumen del proyecto

Geographical Site		Situation		Project settings	
Segal		Latitude	-2.38 °S	Albedo	0.20
Ecuador		Longitude	-79.86 °W		
		Altitude	9 m		
		Time zone	UTC-5		
PVsyst TRIAL					
Meteo data					
Segal					
Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético					

4.5.3 Resumen del sistema

Stand alone system		Stand alone system with batteries	
PV Field Orientation		User's needs	
Fixed plane		Daily household consumers	
Tilt/Azimuth		Constant over the year	
15 / 0 °		Average	
		0.9 kWh/Day	
System information			
PV Array		Battery pack	
Nb. of modules		Technology	
Pnom total		Lead-acid, vented, tubular	
		Nb. of units	
		2 units	
		Voltage	
		24 V	
		Capacity	
		109 Ah	

4.5.4 Resumen de resultados

Available Energy	504.1 kWh/year	Specific production	1245 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	52.07 %
Used Energy	318.4 kWh/year			Solar Fraction SF	99.23 %

4.6 DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL USO DE PVSYST

4.6.1 Parámetros Generales

Stand alone system		Stand alone system with batteries	
PV Field Orientation		Sheds configuration	
Orientation		No 3D scene defined	
Fixed plane		Models used	
Tilt/Azimuth		Transposition	
		Diffuse	
		Circumsolar	
		Perez, Meteonorm separate	
User's needs			
Daily household consumers			
Constant over the year			
Average		0.9 kWh/Day	

4.6.2 Características del sistema fotovoltaico

PV module		Battery	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JKM405M-72H	Model	BAE Secura Block Solar 12 V 2 PVS 140
(Original PVsyst database)		Technology	Lead-acid, vented, tubular
Unit Nom. Power	405 Wp	Nb. of units	2 in series
Number of PV modules	1 Unit	Discharging min. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	405 Wp	Stored energy	2.1 kWh
Modules	1 String x 1 In series	Battery Pack Characteristics	
At operating cond. (50°C)		Voltage	24 V
Pmpp	370 Wp	Nominal Capacity	109 Ah (C10)
U mpp	37 V	Temperature	Fixed 20 °C
I mpp	9.9 A		
Controller		Battery Management control	
Manufacturer	Generic	Threshold commands as	Battery voltage
Model	SmartSolar MPPT 100/15 24V	Charging	29.2 / 25.1 V
Technology	MPPT converter	Corresp. SOC	0.95 / 0.75
Temp coeff.	-2.7 mV/°C/Elem.	Discharging	23.4 / 24.4 V
Converter		Corresp. SOC	0.18 / 0.45
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		

4.6.3 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/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.7 % at STC
Uv (wind)	0.0 W/m²K/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

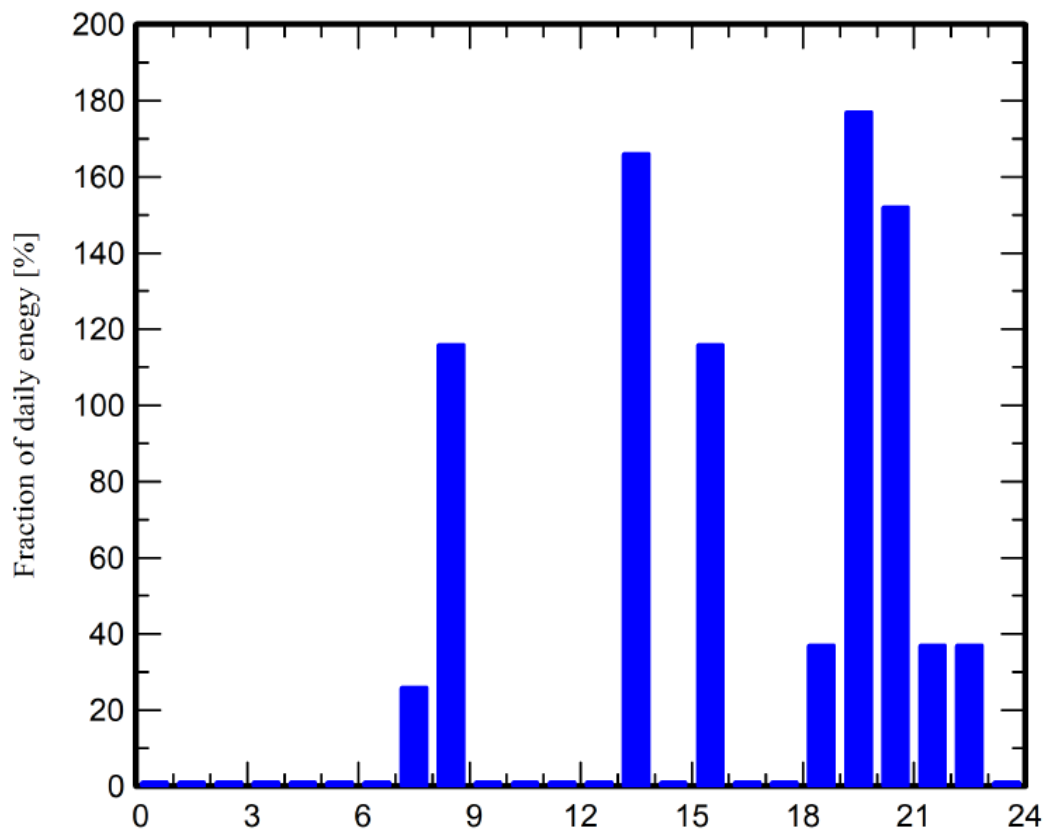
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

4.6.4 Necesidades detalladas del usuario

Valores Anuales

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	4	9W/lamp	5.0	180
TV / PC / móvil	1	115W/app	5.0	575
Electrodomésticos	1	50W/app	2.0	100
Consumidores en espera			24.0	24
Total daily energy				879Wh/day

Distribución horaria



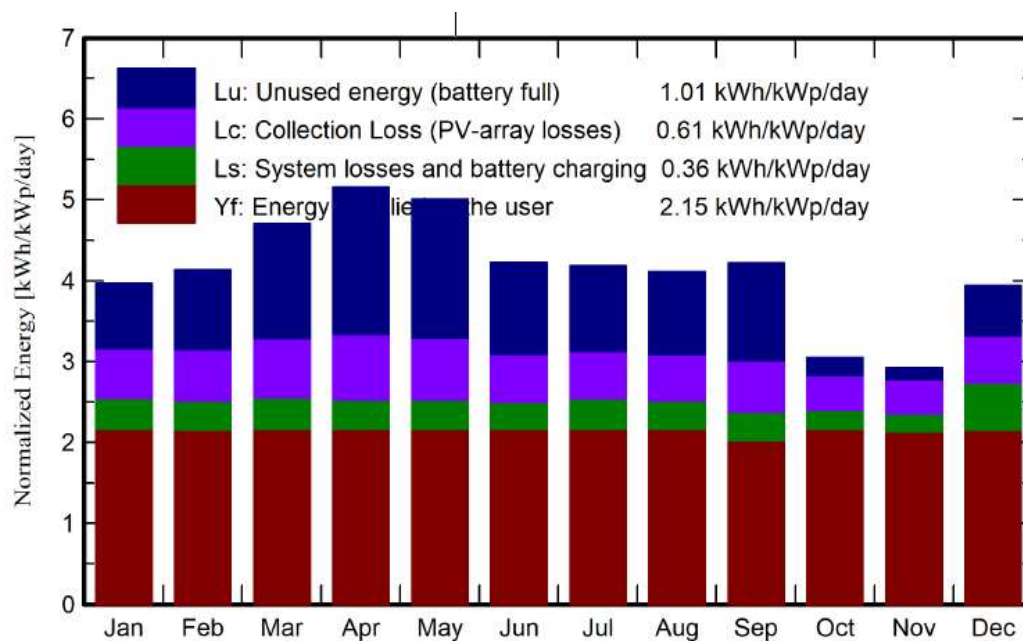
4.7 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL USO DE PVSYST

4.7.1 Resultados Principales

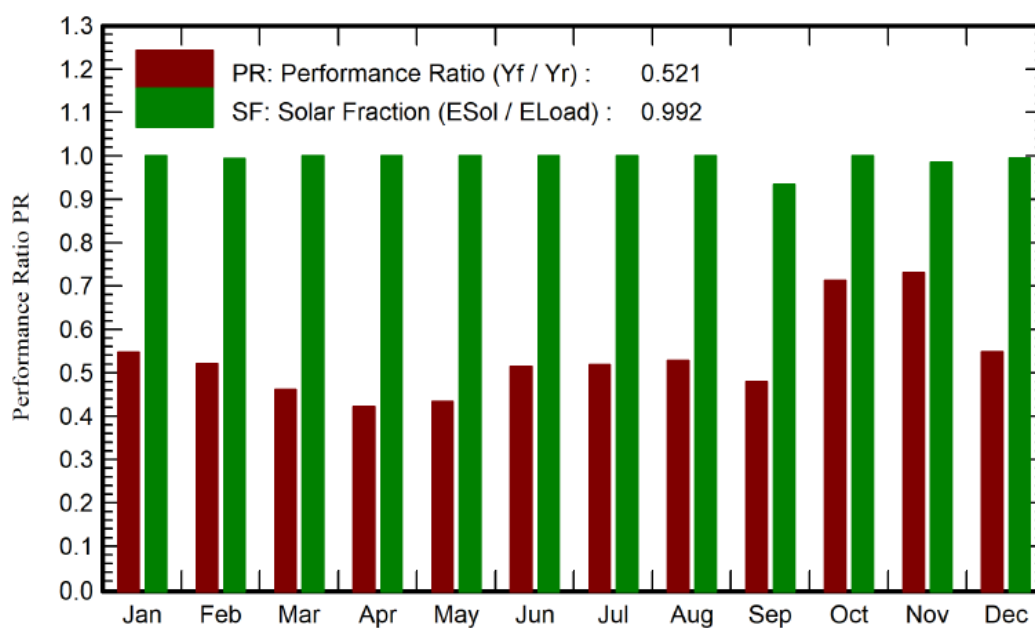
System Production

Available Energy	504.1 kWh/year	Specific production	1245 kWh/kWp/year
Used Energy	318.4 kWh/year	Performance Ratio PR	52.07 %
Excess (unused)	148.7 kWh/year	Solar Fraction SF	99.23 %
Loss of Load		Battery aging (State of Wear)	
Time Fraction	0.9 %	Cycles SOW	95.1 %
Missing Energy	2.5 kWh/year	Static SOW	90.0 %

4.7.2 Producciones normalizadas (por kW instalado)



4.7.3 Relación de rendimiento PR



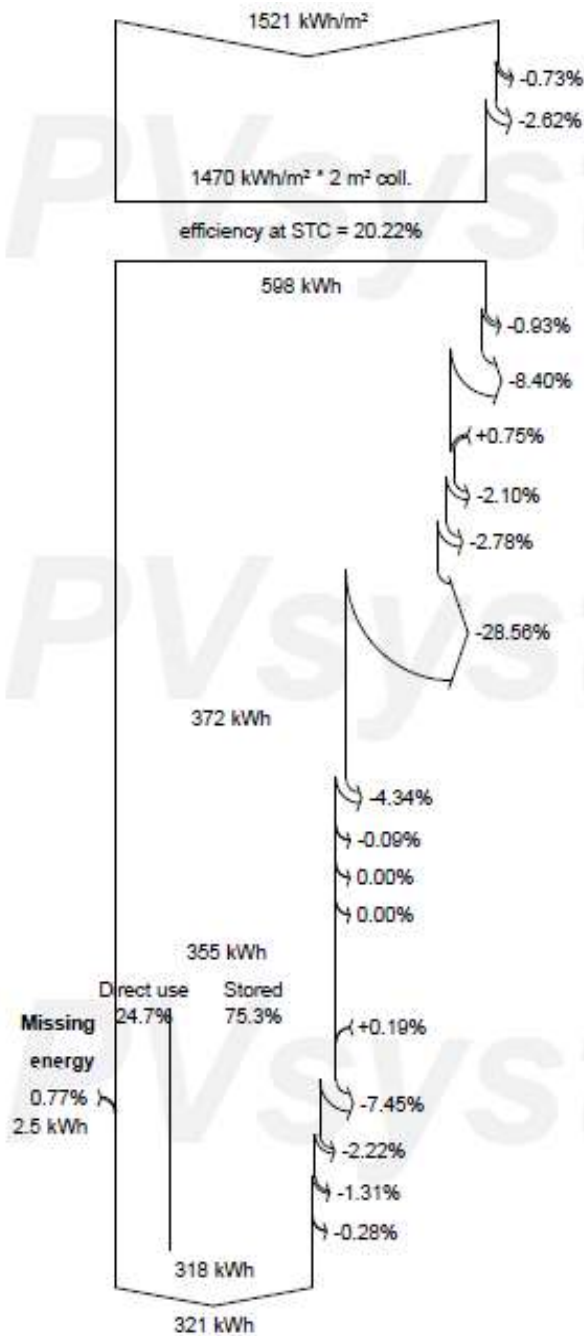
4.7.4 Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	135.7	118.9	40.70	10.04	0.000	27.25	27.25	1.000
February	122.7	112.5	38.45	11.09	0.180	24.43	24.61	0.993
March	148.5	142.3	48.79	17.76	0.000	27.25	27.25	1.000
April	150.7	151.3	51.67	21.96	0.000	26.37	26.37	1.000
May	145.1	152.1	52.13	21.47	0.000	27.25	27.25	1.000
June	117.7	123.8	42.68	13.62	0.000	26.37	26.37	1.000
July	122.4	126.9	43.92	13.24	0.000	27.25	27.25	1.000
August	123.9	124.4	43.07	12.77	0.000	27.25	27.25	1.000
September	126.8	123.5	42.17	14.58	1.761	24.61	26.37	0.933
October	98.5	91.6	31.12	2.65	0.000	27.25	27.25	1.000
November	94.2	84.8	28.72	1.76	0.392	25.98	26.37	0.985
December	134.5	118.1	40.71	7.74	0.151	27.10	27.25	0.994
Year	1520.8	1470.2	504.13	148.69	2.484	318.35	320.84	0.992

4.7.5 Leyendas

GlobHor	Global horizontal irradiation	E_User	Energy supplied to the user
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Load	Energy need of the user (Load)
E_Avail	Available Solar Energy	SolFrac	Solar fraction (EUsed / ELoad)
EUnused	Unused energy (battery full)		
E_Miss	Missing energy		

4.7.6 Diagrama de Perdidas



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

IAM factor on global

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

Unused energy (battery full)

Effective energy at the output of the array

Converter Loss during operation (efficiency)

Converter Loss due to power threshold

Converter Loss over nominal conv. voltage

Converter Loss due to voltage threshold

Converter losses (effic, overload)

Battery Storage

Battery Stored Energy balance

Battery efficiency loss

Charge/Disch. Current Efficiency Loss

Gassing Current (electrolyte dissociation)

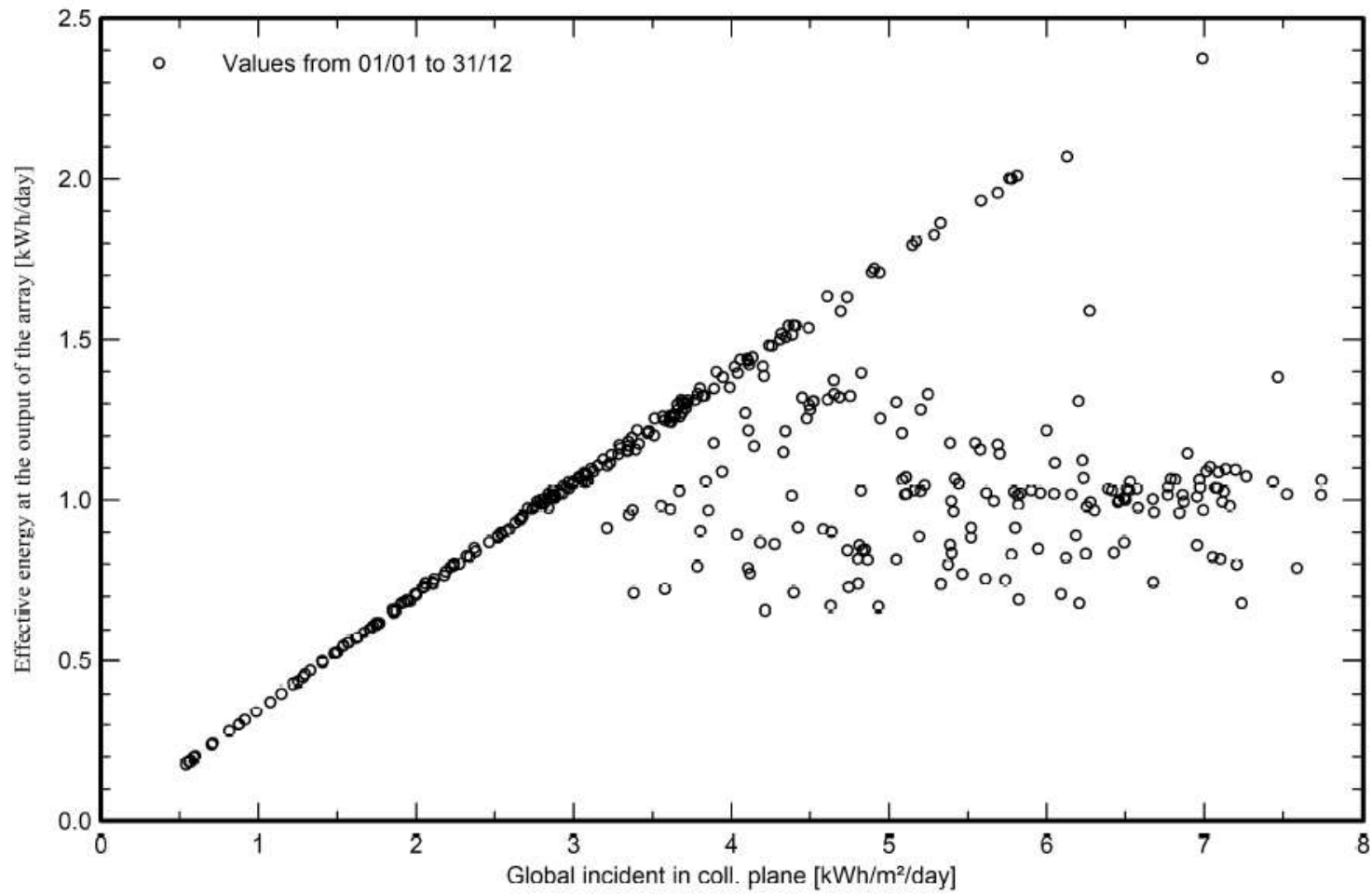
Battery Self-discharge Current

Energy supplied to the user

Energy need of the user (Load)

4.7.7 Gráficos especiales

Diagrama entrada / salida diaria



5 CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusión

Se concluye que la implementación de un sistema fotovoltaico para un sector de bajo recursos es muy factible siempre y cuando haya organizaciones o universidades que ayuden con el patrocinio y los recursos necesario.

Se concluye que dando un buen análisis, diseño y cálculos eficaces se logró suministrar la energía suficiente para la familia beneficiada de la Comuna Masa 2.

Para el diseño del sistema es importante tener claro las conexiones y también las hojas técnicas que conforman cada equipo para así tener un sistema confiable y eficaz, el uso de esta energía renovable como la energía solar es amigable con el medio ambiente.

Los resultados obtenidos en el software de PVSyst, fueron los deseados para lograr satisfacer la necesidad de la familia beneficiada y verificar su correcto funcionamiento.

5.2 Recomendación

1. Se recomienda estudiar previamente sistemas solares para lograr un proyecto de diseño e implementación con una experticia mayor.
2. Se recomienda no manipular materiales, equipos, componentes y entre otros elementos que conforman el sistema fotovoltaico, puesto que la falta de conocimientos en esta área podría resultar fatal en caso de alguna manipulación.
3. Se recomienda a los habitantes de la comuna masa 2, solicitar mantenimientos preventivos al sistema fotovoltaico, así como también todos sus componentes.

4. Se recomienda a la Universidad Politécnica Salesiana impulsar el manejo de estos softwares de alto nivel para la simulación de sistemas eléctricos.
5. Se recomienda impulsar estos proyectos de energías renovables no solo a la Universidad Politécnica Salesiana, sino también a las demás Universidad del Ecuador.

6 ANEXOS

6.1 ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS IMPLEMENTADAS POR LOS EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

6.1.1 BATERIARITAR RT1218012V18Ah

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://areatecnica.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>

6.1.2 CONTROLADOR DE CARGA BLUESOLAR MPPT 75/15 V

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

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

<https://www.inteco.org/shop/inte-iec-62109-1-2018-electrotecnia-seguridad-de-los-convertidores-de-potencia-utilizados-en-sistemas-de-potencia-fotovoltaicos-parte-1-requisitos-generales-2343#:~:text=Esta%20norma%20define%20los%20requi,los%20tipos%20de%20ECP%20FV.>

6.1.3 INVERSOR Phoenix 250 VA

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

6.1.4 PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKOSOLAR CHEETAH HC 72M-V 390-410 WATT

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

INTE/IEC 61215, enlace web:

<https://www.inteco.org/shop/inte-iec-61215-1-1-2017-modulos-fotovoltaicos-fv-para-uso-terrestre-cualificacion-del-diseno-y-homologacion-parte-1-1-requisitos-especiales-de-ensayo-para-los-modulos-fotovoltaicos-fv-de-silicio-cristalino-2280#:~:text=Esta%20parte%20de%20la%20Norma,Norma%20IEC%2060721%20%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.>

6.2 FACTURA DEL VALOR TOTAL DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO



REN
ENERGIA
VIDA RENOVABLE & SUSTENTABLE

www.renova-energia.com

FACTURA PROFORMA

Fecha: miércoles, 06 de enero de 2021

RENVAENERGIA S.A.
RUC: 1792187567901
 Pasaje 9 Molo OE1-37 y Av. Galo Plaza Lasso
 Quito - Ecuador
 Celulares: 0956928339
 e-mail: maestrellas@renova-energia.com
 www.renova-energia.com

Proforma: REN - OF - GYG - 0036 - 050121

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

OFERTA ECONÓMICA

Equipos	Código y Modelo	Q	Precio Unitario	Precio Unitario incluido IVA	SUBTOTAL	TOTAL (IVA)
Panels PV IVA 0%	Panel Solar MD079-Gi Power GP-100P-36, 12Vdc nominal 100Wp,	3	141,75 \$	141,75 \$	425,25 \$	425,25 \$
Otros Bienes	Otros Bienes					
Baterías	RD054 Regulador Victron Energy BlueSolar PWM-LCD&USB 12/24V-30A SCCB10000050,	1	82,88 \$	82,88 \$	82,88 \$	82,88 \$
Inversores	BT065 Ritec Power DC12-150 12Vdc 150Ah@20horas (AGM), 12V, 150Ah	1	392,77 \$	439,90 \$	392,77 \$	439,90 \$
Otros Servicios	IN072 Victron Energy Phoenix Inverter 12/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R P/N122510600, 12V, 250 VA	1	181,91 \$	203,74 \$	181,91 \$	203,74 \$
	Otros Bienes					
	Transporte Quito - Guayaquil,	1	15,00 \$	16,80 \$	15,00 \$	16,80 \$

MIL CIENTO SIETE Y OCHO CON 29/100

DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA
 INCLUYE IMPUESTO AL VALOR AGREGADO IVA.

Subtotal	1.097,61 \$
Impuesto	1.178,29 \$
Subtotal IVA	0,00 \$
12%	572,36 \$
0%	425,25 \$
IVA 12%	80,88 \$
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:






VIDA RENOVABLE Y SUSTENTABLE

1

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	3430556904	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 efective el último pago.

TARJETAS DE CRÉDITO

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

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

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 Perito, Quito, Ecuador / Teléfono: +593 2 2980583

Información RENOVAENERGIA: Propietario de la cuenta: RENOVAENERGIA S.A. / número de cuenta: 34 30 55 69 04 / RUC (identificación tributaria): 1792187567001 / Dirección: Pasaje Sánchez Nelo OE1-37 y Avenida Galo Plaza Lasso, Quito, Ecuador / Teléfono: +593 2 2403643

GENERAL

En caso de existir relaciones, 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 esos potencias y tiempos, se deberá hacer un ajuste basado en las potencias y tiempos reales de consumo.

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

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

La presente propuesta **NO incluye:** estructura(s) soporte(s), 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% desprotegido de cualquier sombra que se proyecte en cualquier temporada del año. Cualquier sombra que el o los paneles solares reciben causará una baja en la generación y no podrá el sistema funcionar como se ha diseñado.
- Los equipos 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 equipos 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 podrían 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 RITAR 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 lisa (RA, DC, DG, EV, RT). Esta batería no debe estar más de 2 meses sin recibir carga o podría 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 al 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 y consumos DC, la garantía de los equipos electrónicos estará sujeta a que el instalador otorgue las protecciones adecuadas para cada equipo. 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), 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 sujeta a que el cliente entregue el dimensionado básico y demuestre que cumplió con normas técnicas 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:** Daños en equipos por sobrecalentamiento por deterioro, mala calidad o reemplazo en cableado, bornetas, conectores y otros elementos que el cliente instala 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 (secadores de pelo, cafeteras, duchas eléctricas, taladros, lavadoras, secadoras, planchas, 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 alejado 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 reemplazadas más rápido. Por esta razón la batería debe ser instalada en un lugar que no la de al sol directamente y que esté ventilada 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 dañe, 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 consumidores) * manipulación o cambio de puentes y terminales de baterías, * uso de baterías para otras aplicaciones. La información de este tipo de eventos se almacenará 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 desconecta, 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, si 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 vaciarse 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, afectan 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 TERMICA:** La norma ecuatoriana de construcción NEC-11 nos indica que para instalaciones que requieran 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 control. Estos 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 acumulación 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 Suniel 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.

Paneles solares fotovoltaicos SUNSET (Alemania), JINKO SOLAR (China), SUNLINK (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 SUNIET (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

Atentamente,

Mario Estrella
RENOVAENERGIA S.A.

Para la Implementación del Sistema Fotovoltaico la Universidad y los grupos de los estudiantes egresados de la carrera Ingeniería Eléctrica aportaron económicamente para lograr instalar en las viviendas y beneficiar a los habitantes de la Comuna Masa 2.

6.3 FOTOGRAFÍA DE LOS EQUIPOS IMPLEMENTADOS



Figura 35: Conexión de cables de alimentación del panel, fuente: Autores.



Figura 36: Soporte y panel solar correctamente instalado, fuente: Autores.



Figura 37: Sistema fotovoltaico instalado dentro del hogar de la familia beneficiada, fuente: Autores.



Figura 38: Montaje de inversor en soporte para el sistema fotovoltaico, fuente: Autores.



Figura 39: Medición del sistema de batería en serie utilizado para el sistema fotovoltaico, fuente: Autores.



Figura 40: Tablero de distribución instalado en la vivienda beneficiada, fuente: Autores.



Figura 41: Interruptor de circuito de luz correctamente instalado, fuente: Autores.



Figura 42: Tubos PVC de 1/2 pulgada para instalación eléctrica, fuente: Autores.



Figura 43: Medición de tubos para previa instalación, fuente: Autores.



Figura 44: Montaje de tubería PVC para instalación de puntos le luz, fuente: Autores.



Figura 45: Instalación de la Tubería PVC, fuente: Autores.



Figura 46: Montaje de puntos de tomacorriente por tubería PVC, fuente: Autores.



Figura 47: Ajuste de tubería PVC con caja rectangular 4x4, fuente: Autores.



Figura 48: Instalación de puntos le luz en vivienda beneficiada, fuente: Autores.



Figura 49: Transporte de escalera metálica para instalaciones en la vivienda, fuente: Autores.



Figura 50: Ajuste de tuberías PVC para circuito de luz, fuente: Autores.



Figura 51: Instalación de protecciones para sistema fotovoltaico, fuente: Autores.



Figura 52: Cable calibre #12 para instalaciones eléctricas residenciales, fuente: Autores.



Figura 53: Fundición de concreto para soporte de panel solar por Autores de tesis, fuente: Autores.



Figura 54: Ubicación de soporte del panel solar, fuente: Autores.



Figura 55: Montaje de panel de distribución, fuente: Autores.



Figura 56: Familia beneficiada con energía solar activa, fuente: Autores.

6.4 HOJAS TÉCNICAS (DATASHEET) DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

6.4.1 INVERSOR Phoenix 250 VA



Inversores Phoenix

250VA – 1200VA 230V y 120V, 50Hz o 60Hz

www.victronenergy.com



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct




Puerto de comunicación VE.Direct
El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

Fiabilidad probada
La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.
Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque
Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO
En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

Interruptor on/off remoto
Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

Diagnóstico LED
Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático
Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tres tomas de corriente distintas

Schuko



UK



AU/NZ



IEC-320
(enchufe macho incluido)



Nema 5-15R



Bornes de tornillo
No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/900 24/900 48/900	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	900VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 16,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		https://www.victronenergy.com/live/ve-direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficiencia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (intervalo de reinicio: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/6/8	35/25/25mm ² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko ICEE 7/4L IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Físis				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN IEC 60335-1 / EN IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) oscilación CC demasiado alta						



Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart (Debe pedirse por separado)

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com

victron energy
BLUE POWER

6.4.2 CONTROLADOR DE CARGA BLUESOLAR MPPT 75/15 V



Controladores de carga SmartSolar con salida de carga
MPPT 75/10, 75/15, 100/15, 100/20-48V

www.victronenergy.com



Controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15



Detección de Bluetooth Smart Battery Sense



Detección de Bluetooth BMV-712 Smart Battery Monitor



Bluetooth Smart Integrado
La solución inalámbrica para configurar, controlar, actualizar y sincronizar los controladores de carga SmartSolar.

VE.Direct
Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)
Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Salida de carga
Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado hasta alcanzar una tensión preestablecida. (Modelo 48V: interfaz con un relé) También se puede establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife.

La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

BatteryLife: gestión inteligente de la batería
Si un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "fin de descarga". Este modo de funcionamiento (sin recarga completa periódica) destruirá una batería de plomo-ácido en semanas o meses. El algoritmo BatteryLife controlará el estado de carga de la batería y, si fuese necesario, incrementará día a día el nivel de desconexión de la carga (esto es, desconectará la carga antes) hasta que la energía solar recogida sea suficiente como para recargar la batería hasta casi el 100%. A partir de ese punto, el nivel de desconexión de la carga se modulará de forma que se alcance una recarga de casi el 100% alrededor de una vez a la semana.

Algoritmo de carga de batería programable
Consulta la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad
Consulta la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

Sensor de temperatura interna
Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería via Bluetooth
Se puede usar un sensor Smart Battery Sense o un monitor de baterías BMV-712 Smart para comunicar la tensión y la temperatura de la batería a uno o más controladores de carga SmartSolar.

Función de recuperación de baterías completamente descargadas
Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios. Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección automática)	12 / 24V			
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A	20A
Potencia PV nominal, 12V 1s/1h	140W	220W	220W	290W
Potencia PV nominal, 24V 1s/1h	280W	440W	440W	580W
Potencia PV nominal, 48V 1s/1h	n.a.	n.a.	n.a.	1160W
Máxima corriente de corto-circuito PV (2)	13A	15A	15A	20A
Desconexión automática de la carga	SI			
Tensión máxima del circuito abierto PV	35V		100V	
Eficiencia máxima	98%			
Autocorrección - on de la carga	12V: 10 mA - 24V: 16 mA		26V: 20 / 19 mA	
Autocorrección - off de la carga	12V: 10 mA - 24V: 8 mA		10V: 8 / 7 mA	
Tensión de carga de "absorción"	14.4V / 28.8V (ajustable)		14.4V / 28.8V / 57.6V (aj.)	
Tensión de carga de "flotación"	13.8V / 27.6V (ajustable)		13.8V / 27.6V / 55.2V (aj.)	
Algoritmo de carga	adaptativo multistage			
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.			
Corriente de carga continua	15A		20A / 25A / 1A	
Desconexión de carga por baja tensión	11.1V/22.2V/44.4V o 13.8V/27.6V/55.2V o algoritmo BatteryLife			
Reconexión de carga por baja tensión	13.1V/26.2V/52.4V o 14.6V/29.2V/58.4V o algoritmo BatteryLife			
Protección	Contactos de salida/temperatura			
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct consulte el Menú Mayor sobre comunicación de datos en nuestro sitio web			
CÁRCASA				
Corte	Azul (RAL 5012)			
Temperatura de conexión	6 mm² / AWG10			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (seca de conexión)			
Peso	0.5 kg		0.6 kg	
Dimensiones (an x p x al)	100 x 113 x 40 mm		100 x 113 x 50 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN609 62109-1, UL 1741, CSA C22.2			
1a) Si se conecta más potencia PV, el controlador limitará la entrada de potencia.				
1b) La tensión PV debe superar Vbat + 5V para que arranque el controlador.				
Una vez encendido, la tensión PV mínima será de Vbat + 1V.				
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.				

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 9700 | E-mail: sales@victronenergy.com
www.victronenergy.com

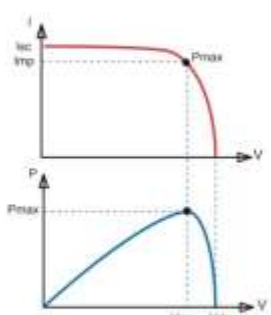


6.4.3 CONTROLADORES DE CARGA MPPT BLUESOLAR Y SMARTSOLAR



Controladores de carga MPPT BlueSolar y SmartSolar Resumen

www.victronenergy.com



Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Curva superior:
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:
Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT), la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Principales características comunes a todos los modelos

- Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT).
- Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial.
- Excepcional eficiencia de conversión.
- Refrigeración por convección natural.
- Reconocimiento automático de la tensión de la batería.
- Algoritmo de carga flexible.
- Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Opciones de dimensiones:

- Adecuados para baterías de distinta tensión. La mayoría de los modelos se conectan a baterías de 12, 24 y 48 V, algunos solo se conectan a baterías de 12 y 24 V, o solo a baterías de 48 V.
- Tensiones de carga desde 10 A hasta 100 A.
- Máximas tensiones Voc del conjunto PV de entre 75 V y 250 V.
- Se pueden usar múltiples cargadores en paralelo, para sistemas grandes recomendamos el uso de modelos con puerto de comunicación VE.Can.

Opciones de terminal FV:

- T8 - un borne de tornillo positivo y otro negativo.
- MC4 - 3 pares de conectores MC4 en paralelo.

Opciones de Bluetooth:

- Los modelos SmartSolar disponen de Bluetooth.
- Los modelos BlueSolar no disponen de Bluetooth. Se pueden adaptar para que tengan Bluetooth conectando la mochila VE.Direct Bluetooth Smart. Ventaja: los productos no son accesibles mediante Bluetooth si no tienen una mochila conectada. Tenga en cuenta que en los modelos SmartSolar se puede deshabilitar el Bluetooth.

Opciones de pantalla:

- Aplicación VictronConnect. Se conecta por Bluetooth o mediante la interfaz VE.Direct - USB.
- Control MPPT. Se conecta a todos los modelos mediante un cable VE.Direct.
- Pantalla de control SmartSolar. Se enchufa directamente en la carcasa de los modelos grandes.
- Dispositivo GX.
- Sitio web VRM (se necesita un dispositivo de control GX).

Puertos de comunicación:

- VE.Direct - todos los modelos.
- VE.Direct y VE.Can - algunos modelos. VE.Can está especialmente indicado para sistemas con múltiples cargadores solares. Simplemente se conectan todas las unidades en cadena entre sí con un solo cable RJ45 entre cada unidad y también entre la última unidad de la cadena y el dispositivo de control GX.

Opciones de sensor de temperatura:

- Internamente (todos los modelos).
- Externamente mediante Smart Battery Sense (solo los modelos SmartSolar).

Opciones de salida de carga:

- Salida física - en los modelos de 10, 15 y 20 A.
- Salida virtual - c. el cable de salida VE.Direct TX digital y el BatteryProtect o un relé de estado sólido.

Activación y desactivación remota del cargador:

- Las unidades más grandes disponen de terminales estándar de encendido/apagado remoto de Victron. Todos los modelos que no cuentan con una terminal de encendido/apagado remoto integrada se pueden controlar de forma remota con el [cable on-off remoto no inversor VE.Direct - AS5030550310](#). Tenga en cuenta que esto impide que se pueda usar el puerto VE.Direct para otra cosa.

Opciones de actualización de firmware:

- Actualizaciones locales a través de la aplicación VictronConnect (por Bluetooth o la interfaz USB-VE.Direct)
- Actualizaciones remotas a través del sitio web de VRM o un dispositivo GX.

Accesorios opcionales:

- Aplicación VictronConnect (descarga gratuita)
- Cajas de conexiones para cubrir y proteger las conexiones. Los tipos de cajas de conexiones se pueden ver en la tabla de la página 2
- Paneles de control y pantallas: Control MPPT o control SmartSolar)
- Dispositivo de control GX (CCGX Versus GX, Octo GX o Cerbo GX)
- Cables de datos: Cable VE.Direct, cable RJ45 (solo en modelos VE.Can) interfaz USB-VE.Direct
- Cables de control externo: Cable TX, cable no inversor
- Mochila Bluetooth (para modelos que no sean Smart)

Más información:

- Para acceder a los documentos indicados anteriormente: pulse el botón de búsqueda de nuestro sitio web e introduzca la palabra de búsqueda adecuada.
- Para conexión a un Color Control GX u otro dispositivo GX, véase: <https://www.victronenergy.com/liv/vemu-onstart>.



MPPT Control



SmartSolar Control



VictronConnect Application

SmartSolar Controlador de carga	Salida de carga	Tensión de la batería	Partida opcional	Bluetooth	Punto CCM	Remoto ON/OFF	Relé programable	Caja de conexiones
75/10	15A	12/24	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	\$ 75-10/15
75/15	15A	12/24	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	\$ 75-10/15
100/15	15A	12/24	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	\$ 100-15
100/20-48V	20A/20A/1A	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	\$ 100-20
100/30	No	12/24	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	M
100/50	No	12/24	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	M
150/35	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	M
150/45	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	M
150/45-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	L
150/45-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	L
150/60-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	L
150/60-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	L
150/70-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	L
150/70-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT	Módulo opcional	VE.Direct	No	No	L
150/100-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	MPPT CCM & SmartSolar.ccm	Módulo opcional	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
250/70-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	MPPT CCM & SmartSolar.ccm	Módulo opcional	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	L
250/100-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	MPPT CCM & SmartSolar.ccm	Módulo opcional	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL

SmartSolar Controlador de carga	Salida de carga	Tensión de la batería	Partida opcional	Bluetooth	Punto CCM	Remoto ON/OFF	Relé programable	Caja de conexiones
75/10	15A	12/24	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	\$ 75-10/15
75/15	15A	12/24	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	\$ 75-10/15
100/15	15A	12/24	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	\$ 100-15
100/20-48V	20A/20A/1A	12/24/36/48	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	\$ 100-20
100/30	No	12/24	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	M
100/50	No	12/24	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	M
150/35	No	12/24/36/48	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	M
150/45	No	12/24/36/48	Control MPPT	Integrado	VE.Direct	No	No	M
150/45-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
150/45-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
150/60-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
150/60-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
150/70-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
150/70-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
150/70-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	L
150/70-MC4 VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	L
150/85-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
150/85-MC4 VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
150/100-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
150/100-MC4 VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
250/60-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
250/60-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
250/70-Ti	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
250/70-MC4	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct	Si	Si	L
250/70-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	L
250/70-MC4 VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	L
250/85-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
250/85-MC4 VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
250/100-Ti VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL
250/100-MC4 VE.Can	No	12/24/36/48	Control MPPT y SmartSolar	Integrado	VE.Direct & VE.Can	Si	Si	XL



Color Control GX



Venus GX



Cerbo GX



Smart Battery
Sense



VE.Direct Bluetooth
Smart Dongle



VE.Direct to USB
interface

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Correo electrónico: sales@victronenergy.com
www.victronenergy.com



6.4.4 BATERÍA RITAR RT 12180 12 V 18 Ah



RT12180(12V18Ah)

Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Nominal Capacity	18Ah@20hour-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 5.2 Kg (Tolerance ±3.0%)
Internal Resistance	Approx. 14 mΩ
Terminal	F3(M5)/F13(M5)
Max. Discharge Current	180A (5 sec)
Short Circuit Current	750A
Design Life	6-8 years (float charging)
Recommended Maximum Charging Current	5.4 A
Reference Capacity	C3 14.0AH C5 15.5AH C10 16.9AH C20 18.1AH
Standby Use Voltage	13.7 V~13.9 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~60°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge rate is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



RT series is a general purpose battery with 6-8 years design life in float service. It meets with IEC, JIS, BS and YDT standards. With advanced AGM valve regulated technology and high purity raw material, the RT series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, Telecom, power grid, medical equipment, emergency light and security system applications.

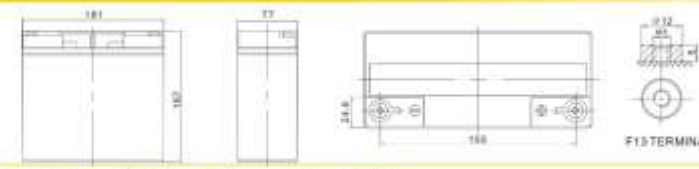



MB20119




04MD004-0013-E-14

Dimensions



Parameter	Value
Length	181±1.5mm (7.13 inches)
Width	77±1.5mm (3.03 inches)
Height	167±1.5mm (6.57 inches)
Total Height	167±1.5mm (6.57 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N°m
M8	8~10 N°m
M10	10~12 N°m

Unit: mm

Constant Current Discharge Characteristics : A (25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	71.37	46.54	34.34	19.87	11.48	6.774	4.925	3.921	3.310	2.212	1.802	0.937
1.65V	68.79	45.16	33.44	19.43	11.27	6.675	4.859	3.873	3.272	2.190	1.785	0.930
1.70V	65.43	43.34	32.25	18.86	10.99	6.543	4.772	3.808	3.221	2.160	1.762	0.920
1.75V	61.12	40.98	30.71	18.10	10.62	6.369	4.656	3.722	3.154	2.120	1.731	0.906
1.80V	55.69	37.97	28.73	17.12	10.13	6.139	4.504	3.608	3.064	2.068	1.691	0.889
1.85V	49.01	34.21	26.23	15.87	9.510	5.841	4.305	3.460	2.947	1.999	1.638	0.865

Constant Power Discharge Characteristics : WPC (25°C)

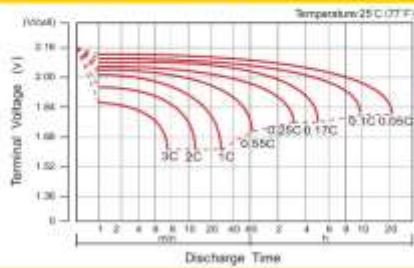
F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	122.8	80.30	60.93	36.63	21.79	13.03	9.55	7.64	6.48	4.38	3.59	1.87
1.65V	121.5	79.97	60.58	36.36	21.61	12.93	9.48	7.59	6.43	4.35	3.57	1.86
1.70V	116.9	77.61	58.95	35.48	21.15	12.72	9.33	7.48	6.35	4.30	3.52	1.84
1.75V	111.2	74.72	56.95	34.41	20.54	12.44	9.14	7.34	6.24	4.23	3.47	1.82
1.80V	103.1	70.44	54.03	32.88	19.69	12.05	8.88	7.14	6.08	4.13	3.39	1.79
1.85V	92.31	64.59	50.03	30.78	18.61	11.53	8.53	6.87	5.87	4.01	3.29	1.74

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values.

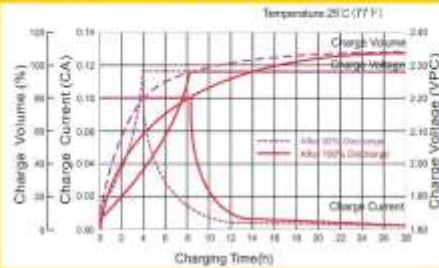
RT12180(12V18Ah)



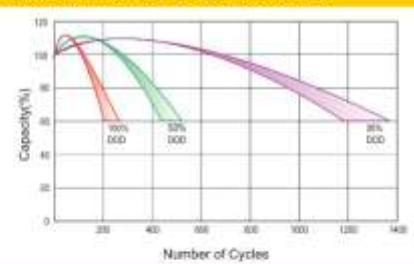
Discharge Characteristics Curve



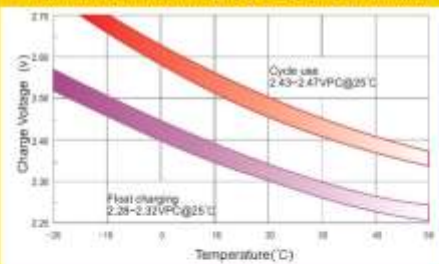
Charge Characteristic Curve For Standby Use



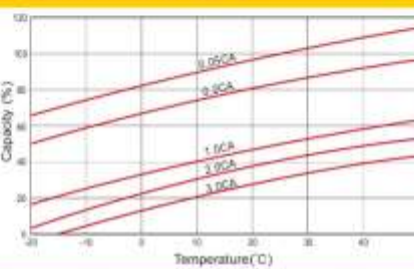
Cycle Life In Relation To Depth Of Discharge



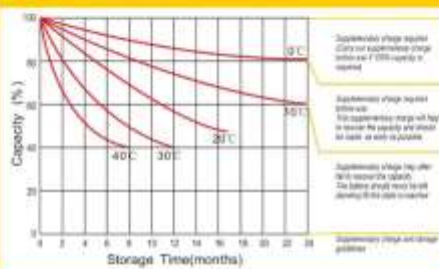
Relationship Between Charging Voltage And Temperature



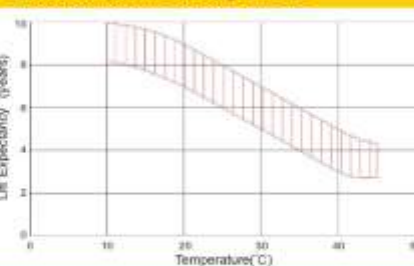
Temperature Effects On Capacity



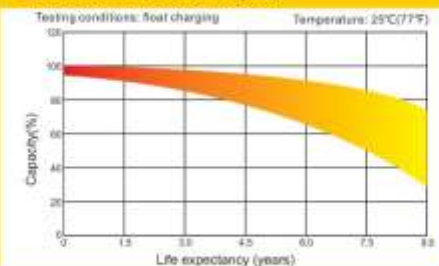
Storage Characteristics



Effect Of Temperature On Long Term Life



Life Characteristics Of Standby Use



(Note) All above information shall be changed without prior notice. Ritar reserves the right to explain and update the latest information.

SHENZHEN RITAR POWER CO.,LTD.
URL: www.ritarpower.com

Add: 10th Floor, Tower C, 1st Building, Software Industry Base, No.61, Xuefu Road, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong, China 518057
Tel: +86-755-33981668/83475360 Fax: +86-755-83475190 E-mail: sales@ritarpower.com Version: 17A-0

6.4.5 PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKOSOLAR

CHEETAH HC 72M-V 390-410 WATT

www.jinkosolar.com



Cheetah HC 72M-V

390-410 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell



PERC



KEY FEATURES

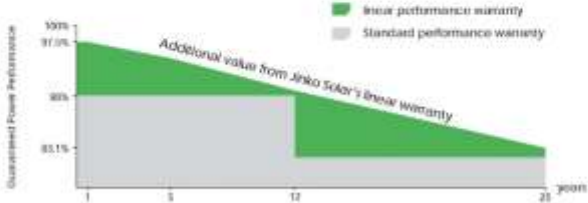
- 
5 Busbar Solar Cell
 5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- 
High Voltage
 UL and IEC 1500V certified; lowers BOS costs and yields better LCOE.
- 
High Efficiency
 Higher module conversion efficiency (up to 20.38%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).
- 
PID Resistance
 Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.
- 
Low-light Performance
 Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.
- 
Severe Weather Resilience
 Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
- 
Durability Against Extreme Environmental Conditions
 High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty

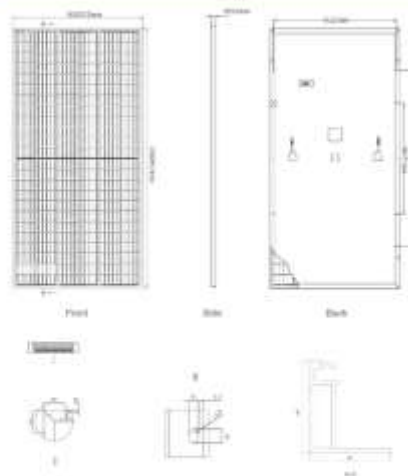
Certifications:

- ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product

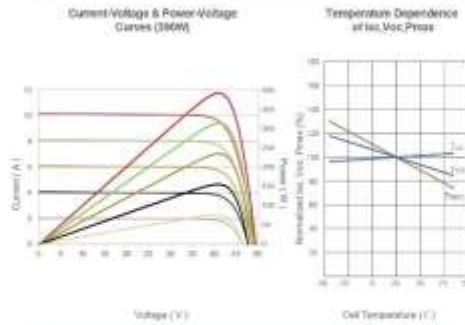


Year	Standard Performance Warranty (%)	Linear Performance Warranty (%)
1	97.0	97.0
12	85.1	97.0
25	85.1	85.1

Engineering Drawings



Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2000×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² , Anode 230mm, Cathode 145mm or Customized Length

Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)
 27pcs/pallet , 54pcs/stack, 554pcs/40'HQ Container

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H-V		JKM395M-72H-V		JKM400M-72H-V		JKM405M-72H-V		JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	300Wp	294Wp	395Wp	290Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	38.1V	41.4V	38.3V	41.7V	38.6V	42.0V	38.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.46A	7.64A	9.50A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.68A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.6V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (IsC)	10.12A	8.02A	10.25A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.08%		19.63%		19.88%		20.13%		20.28%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.36%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature Coefficients of IsC	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📏 Cell Temperature 25°C 🌤 AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📏 Ambient Temperature 20°C 🌤 AM=1.5 🌬 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM390-410M-72H-V-A2-EN

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. (24 de Septiembre de 2018). *Archivo Digital UPM*. Obtenido de Archivo Digital UPM: <https://oa.upm.es/52204/>
- AutoSolar. (23 de Noviembre de 2021). *Inversores, Regulador de carga*. Obtenido de Inversores, Regulador de carga: <https://autosolar.es/inversores>
- Bastidas, R., & Terán, E. (2016). *Estudios y Diseños de Subestaciones*. Guayaquil: CELEC EP Transelectric.
- Damia, S. (07 de Diciembre de 2021). *Damia Solar*. Obtenido de Damia Solar: https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/cuales-son-los-anyos-de-vida-de-cada-bateria-solar_1
- Enel Green Power, S. (22 de Noviembre de 2021). *ENEL Green Powe*. Obtenido de ENEL Green Powe: <https://www.enelgreenpower.com/>
- Enel X, S. (23 de Noviembre de 2021). *Corporate Enel X*. Obtenido de Corporate Enel X: <https://corporate.enelx.com/>
- Finders, ©. 2. (17 de Noviembre de 2021). *Renting Finders*. Obtenido de Renting Finders: <https://rentingfinders.com/glosario/amperio-hora>
- GeneratePress, I. r. (25 de Octubre de 2016). *¿Cómo funcionan las celdas fotovoltaicas?* Obtenido de ¿Cómo funcionan las celdas fotovoltaicas?: <https://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/>
- Gonzáles Peñafiel, G. G., Zambrano Manosalvas, J. C., & Estrada Pulgar, E. F. (1 de Abril de 2014). *Repositorio Insitucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio Insitucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6553>

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. (s.f.).

<https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/>. (SEPTIEMBRE de 2019).

IDEAM. (19 de Noviembre de 2021). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/>

IEC Company, I. 2. (25 de Noviembre de 2021). *El mundo de IEC*. Obtenido de El mundo de IEC: <https://www.iec.ch/homepage>

IEEE Company, ©. C. (25 de Noviembre de 2021). *Avanzando la tencología para el mundo*. Obtenido de Avanzando la tencología para el mundo: <https://www.ieee.org/>

M., P. (2010). LOS SISTEMAS AISLADOS .

Martínez, A. (24 de Agosto de 2021). *¿Qué pasará con las plantas solares cuando termine su vida útil?* Obtenido de ¿Qué pasará con las plantas solares cuando termine su vida útil?: <https://theconversation.com/que-pasara-con-las-plantas-solares-cuando-termine-su-vida-util-165708>

Morán Narváez, Á. G. (3 de Diciembre de 2020). *Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24166>

PAREJA, M. (2015). *Energía Solar Fotovoltaica*. Barcelona: Marcombo.

Planas, O. (8 de Abril de 2016). *Paneles de energía solar fotovoltaica*. Obtenido de Paneles de energía solar fotovoltaica: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/convertidores-corriente>

PVSYST, W. (25 de Noviembre de 2021). *PVSYST PHOTOVOLTAIC Software*.

Obtenido de PVSYST PHOTOVOLTAIC Software: <https://www.pvsyst.com/>

Ramos López, H., & Luna Fuente, R. (1 de Octubre de 2014). *Repositorio Institucional*

de CIMAV. Obtenido de Repositorio Institucional de CIMAV:

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%2C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>

Rivera Galarza, L. A., & Ordoñez Garzón, C. J. (01 de Marzo de 2020). *Repositorio*

Digital de la Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de Repositorio Digital

de la Universidad Politécnica Salesiana:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20326/1/UPS-GT003226.pdf>

Ruiz, G. (07 de Diciembre de 2021). *ERENOVABLE By Tendenzias*. Obtenido de

ERENOVABLE By Tendenzias: <https://erenovable.com/como-funcionan-los-paneles-solares/>

SolarPlak. (19 de Noviembre de 2021). *SolarPlak Energía Solar*. Obtenido de SolarPlak

Energía Solar: <https://solarplak.es/>

SOLARWATT®, P. t. (19 de Noviembre de 2021). *MÓDULOS FOTOVOLTAICOS*.

Obtenido de MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:

<https://www.solarwatt.es/productos/produciendo-energia/modulos-fv/>

Traxco, E. (23 de Noviembre de 2021). *TRAXCO Componentes para sistemas de Riesgo*.

Obtenido de TRAXCO Componentes para sistemas de Riesgo:

<https://www.traxco.es/>