



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE UN SISTEMA  
FOTOVOLTAICO OFF GRID EN LA ZONA RURAL DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTORES:** KEVIN ANDRÉS TUMBACO CHUMO

KEVIN ROGER PANTALEÓN IÑIGUEZ

**TUTOR:** ING. JOSÉ ROBERTO JAIME CARRIEL, MSC.

Guayaquil – Ecuador

2023

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Andrés Tumbaco Chumo con documento de identificación N° 0923108716 y Kevin Roger Pantaleón Iñiguez con documento de identificación N° 0952054476; manifestamos que:

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

Guayaquil, 24 de febrero del año 2023

Atentamente,



---

Kevin Andrés Tumbaco Chumo

0923108716



---

Kevin Roger Pantaleón Iñiguez

0952054476

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

Nosotros, Kevin Andrés Tumbaco Chumo con documento de identificación N° 0923108716 y Kevin Roger Pantaleón Iñiguez con documento de identificación N° 0952054476, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Generación de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico off grid en la zona rural de Guayaquil”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 24 febrero del año 2023

Atentamente,



---

Kevin Andrés Tumbaco Chumo

0923108716



---

Kevin Roger Pantaleón Iñiguez

0952054476

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. José Roberto Jaime Carriel MSc. con documento de identificación N° 1713338158, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF GRID EN LA ZONA RURAL DE GUAYAQUIL, realizado por Kevin Andrés Tumbaco Chumo con documento de identificación N° 0923108716 y por Kevin Roger Pantaleón Iñiguez con documento de identificación N° 0952054476, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2023

Atentamente,



---

Ing. José Roberto Jaime Carriel MSc,

1713338158

## AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios que me mantiene con vida y me guio en todo este trayecto. A mi familia cada uno de ellos de alguna u otra forma me han ayudado a conseguirlo, mediante sus mensajes de aliento que no deje de seguir luchando por conseguir mis metas.

Cada etapa que eh pasado en esta carrera le agradezco a mí esposa que ha estado ahí apoyándome, dándome ánimos y creyendo en mí en todo momento.

Agradezco a los profesores que me han impartido su conocimiento para poder hacer este proyecto a si mismo sus consejos y su paciencia para lograr el objetivo.

A si mismo le agradezco al grupo de trabajo con la cual no hubiéramos logrado nada si no fuera por su esfuerzo y compañerismo en logar este proyecto.

Muy agradecido de haber participado en llegar a esta comunidad era uno de mis objetivos al entrar a estudiar la carrera, poder ayudar a mi comunidad, por pequeño que sea para nosotros, para ellos es algo muy grande e importante.

Kevin Andrés Tumbaco Chumo

0923108716

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por darme la vida y la oportunidad de cumplir con este momento tan importante de mi formación profesional, por estar siempre junto a mí a pesar de muy malos momentos.

A María Rosanna Iñiguez Flores mi madre, por nunca rendirse a pesar de sus problemas, por ser una mujer muy valiente, emprendedora y amorosa. Gracias a sus enseñanzas aprendí que el amor de Dios es una base fundamental para mi vida, por cada momento vivido demostrándome que a pesar de las dificultades que se presentan en la vida, siempre existe una mejor salida con el amor incondicional de nuestro padre eterno.

A Dany Rogel Pantaleón Iñiguez mi padre, por sus enseñanzas y sabiduría en cada etapa de mi vida, aprendiendo que a pesar de la distancia el amor de padre e hijo siempre será eterno, por cada consejo que me ha servido para ser una persona de buen corazón, que a pesar de cualquier dificultad que se nos presente nunca dejar de soñar y cumplir el propósito que Dios tiene para mí y que en cada caída hay que levantarse, esforzarse y nunca rendirse.

A Danny Michely Pantaleón Iñiguez mi hermano, quien siempre está presente cuando lo necesito, por defenderme y cuidarme desde niño, gracias a él entendí que la unión hace la fuerza, que nunca debemos dejar de demostrar amor a nuestros seres queridos, no señalar a nadie por los errores que hayan cometido y aprender a sanar heridas del pasado. Por esas largas conversaciones que nos han servido para crecer y fortalecer nuestras vidas.

A Holanda Beatriz Flores Balladares mi abuelita, por cuidarme y brindarme todo su amor sincero, por protegerme de los peligros que se presentaban en mi vida y ayudarme de manera incondicional para que nada me haga falta, por sus dulces preparaciones en la cocina que reflejan todo su esfuerzo y amor infinito.

Kevin Roger Pantaleón Iñiguez

0952054476

## DEDICATORIA

Le dedico todos mis logros a mi mamá que me a ayudado en todo este proceso y ha creído en mi en poder lograr este objetivo. Por toda su paciencia y conocimiento en luchar por las cosas que uno quiere, le estoy muy agradecido de haberme enseñado en que la vida no es fácil, pero teniendo fe en Dios todo se puede conseguir.

Mis logros se los dedico a mi mujer la cual ah perseverado junto a mí, a pesar de cualquier dificultad a estado a la mía y lo admiro mucho de que crea en mí y se llene de orgullo poder ver como ayudo a mi comunidad haciendo este tipo de proyectos.

Esta dedicatoria va para mi primera hija que con sus miradas me ha llenado de ánimos para seguir adelante espero que cuando sea grande pueda leer esta tesis y que se sienta orgullosa de que su padre siempre la lleve en su corazón y su mente.

A mi padre quien eh contado con él para cualquier cosa, el siempre ha estado presto a ayudarme y brindarme sus conocimientos sobre la vida, es una pieza fundamental en mi vida ya que me ha enseñado a tener carácter para poder lograr mis metas.

Mis hermanos también les dedico un inmenso agradecimiento por ayudarme en esta etapa de mi vida y también deseo que siempre estemos unidos en todo momento, ya que la unión hace la fuerza.

Kevin Andrés Tumbaco Chumo

0923108716

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto técnico a Dios, ya que sin él nada hubiera sido posible.

A mis padres María Rosanna Iñiguez Flores y Dany Rogel Pantaleón Iñiguez, quienes forman un pilar fundamental importante en mi vida, al grupo de estudiantes por darnos su apoyo y amistad ya que juntos nos fue posible culminar este proyecto a la comunidad La Masa 1. A sí mismo a los docentes que conforman la Universidad Politécnica Salesiana quienes me enseñaron y orientaron en cada momento de mi camino como: estudiante y profesional.

A Emily Stephanie Recalde Sánchez, mi amor, por siempre brindarme todo su apoyo, también por demostrarme que juntos podemos ser mejores personas, y por acompañarme en las largas noches para terminar este proyecto, siempre creyendo en mí cuando la situación era difícil y enseñándome que todo es posible cuando decidimos alcanzar nuestras metas y sueños poniendo todo el esfuerzo.

Kevin Roger Pantaleón Iñiguez

0952054476

## RESUMEN

Este proyecto de ingeniería se realizó para apoyar el desarrollo de la comuna “La Masa 1”, ubicado al sur de Guayaquil, Ecuador. Se ha desarrollado un proyecto de sistema de energía renovable para aprovechar la electricidad, eliminando el uso de generadores de combustión portátiles para dar a los residentes una mejor calidad de vida.

En el transcurso de este trabajo se realizaron varias visitas técnicas a la comuna a través de la vía fluvial del río Guayas, donde se obtuvieron datos técnicos, lo que nos aseguró la idea de instalar sistemas ópticos de electricidad.

En este contexto, y con la ayuda del software PVsyst, se realizó un análisis de carga para asegurar un sistema duradero capaz de satisfacer las necesidades básicas de electricidad en el hogar. El montaje de este sistema fotovoltaico fuera de red está conformado por: paneles fotoeléctricos, reguladores, baterías e inversores los cuales permiten conocer la cantidad de carga que se requiere en el lugar.

Finalmente se ha entregado un sistema fotovoltaico aislado y funcional mediante el estudio de carga y demanda del sistema propuesto, disminuyendo las emisiones de los generadores de combustión portátiles y aprovechando la energía solar como recurso natural inagotable.

## ABSTRACT

This engineering project was carried out to support the development of the commune "La Masa 1", located south of Guayaquil, Ecuador. A renewable energy system project has been developed to harness electricity, eliminating the use of portable combustion generators to give residents a better quality of life.

During the course of this work, several technical visits were made to the commune via the Guayas River waterway, where technical data was obtained, which secured the idea of installing optical electricity systems.

In this context, and with the help of PVsyst software, a load analysis was performed to ensure a durable system capable of meeting basic household electricity needs. The assembly of this off-grid photovoltaic system consists of: photoelectric panels, regulators, batteries and inverters which allow to know the amount of load required at the site.

Finally, an isolated and functional photovoltaic system has been delivered through the study of load and demand of the proposed system, reducing the emissions of portable combustion generators and taking advantage of solar energy as an inexhaustible natural resource.

## INDICE GENERAL

<i>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN...</i>	<i>ii</i>
<i>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA</i>	<i>iii</i>
<i>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</i>	<i>iv</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>v</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>vi</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>vii</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>viii</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>ix</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>x</i>
<i>INDICE GENERAL</i>	<i>xi</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>xv</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>xvii</i>
<i>INDICE DE ECUACIONES</i>	<i>xviii</i>
<i>1 INTRODUCCION</i>	<i>1</i>
<i>2 PROBLEMÁTICA</i>	<i>2</i>
<i>2.1 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</i>	<i>2</i>
<i>2.2 ANTECEDENTES</i>	<i>3</i>
<i>2.3 JUSTIFICACION</i>	<i>4</i>
<i>2.4 DELIMITACION</i>	<i>5</i>
<i>2.5 BENEFICIARIOS</i>	<i>6</i>

<b>3</b>	<b>OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>6</b>
3.1	<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>6</b>
3.2	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....</b>	<b>7</b>
4.1	<b>GENERALIDADES DE LA ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>7</b>
4.2	<b>ENERGIAS RENOVABLES .....</b>	<b>7</b>
4.3	<b>SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>8</b>
4.4	<b>COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID .....</b>	<b>8</b>
4.5	<b>FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA FOTO VOLTAICA .....</b>	<b>11</b>
4.6	<b>EL EFECTO FOTOELÉCTRICO. -.....</b>	<b>13</b>
4.7	<b>TIPOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTICOS.....</b>	<b>15</b>
4.7.1	<b>SISTEMA CON CONEXIÓN A LA RED (ON GRID).....</b>	<b>15</b>
4.7.2	<b>SISTEMA SIN CONEXIÓN A LA RED (OFF GRID).....</b>	<b>16</b>
4.8	<b>PERIODO DE VIDA ÚTIL DEL PANEL SOLAR .....</b>	<b>17</b>
4.9	<b>MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO .....</b>	<b>17</b>
4.10	<b>NORMATIVA ECUATORIANA .....</b>	<b>18</b>
4.11	<b>DEMANDA DE CARGA.....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>MARCO METEODOLOGICO .....</b>	<b>21</b>
5.1	<b>ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA. ....</b>	<b>21</b>
5.2	<b>INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS UTILIZADOS EN LA VIVIENDA. ....</b>	<b>22</b>
5.3	<b>CONSUMO MENSUAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. ....</b>	<b>22</b>
5.4	<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. ....</b>	<b>23</b>
5.4.1	<b>PANEL SOLAR.....</b>	<b>23</b>

5.4.2	<i>INVERSOR</i> .....	24
5.4.3	<i>CONTROLADOR</i> .....	24
5.4.4	<i>BATERÍA</i> .....	25
5.5	<i>CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTVOLTAICO</i> .....	26
5.6	<i>CÁLCULO DEL ÁNGULO ÓPTIMO DE INCLINACIÓN DEL PANEL SOLAR</i> ...	26
5.7	<i>CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR</i> .....	27
5.8	<i>CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE BATERÍAS</i> .....	29
5.9	<i>CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA</i> ....	30
5.10	<i>CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR</i> .....	31
5.11	<i>PLANO DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO</i> .....	32
5.12	<i>PLANO ARQUITECTÓNICO Y ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA</i> .....	33
5.13	<i>DISEÑO UNIFILAR DEL SISTEMA SOLAR</i> .....	34
5.14	<i>PLANO DE LA ESTRUCTURA DEL POSTE</i> .....	35
5.15	<i>PLANO DE LA ESTRUCTURA DE LA CAJA DE BATERÍA</i> .....	36
6	<i>RESULTADOS CON EL PROGRAMA PVSYST</i> .....	37
6.1	<i>SITIO GEOGRÁFICO</i> .....	37
6.2	<i>RESUMEN DEL SISTEMA Y RESULTADO</i> .....	39
6.3	<i>CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO</i> .....	40
6.4	<i>PÉRDIDAS DEL CONJUNTO</i> .....	41
6.5	<i>NECESIDADES DETALLADAS DE LA VIVIENDA</i> .....	41
6.6	<i>RESULTADOS PRINCIPALES</i> .....	42
6.7	<i>PRODUCCIONES NORMALIZADAS POR KWP INSTALADO</i> .....	42
6.8	<i>PROPORCIÓN DE RENDIMIENTO (PR)</i> .....	43
6.9	<i>BALANCES Y RESULTADOS PRINCIPALES</i> .....	43

6.10	<i>DIAGRAMA DE PÉRDIDA</i> .....	44
6.11	<i>GRÁFICA DE ENERGÍA EFECTIVA VS GLOBAL INCIDENTE RECEPTOR</i> ...	45
7	<i>CRONOGRAMA.</i> .....	46
8	<i>PRESUPUESTO</i> .....	47
8.1	<i>PRESUPUESTO ELÉCTRICO</i> .....	47
8.2	<i>PRESUPUESTO OBRA CIVIL</i> .....	48
9	<i>CONCLUSIONES</i> .....	49
10	<i>RECOMENDACIONES</i> .....	49
11	<i>BIBLIOGRAFÍA</i> .....	50
12	<i>ANEXOS</i> .....	53

## INDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. Generador Shineray SRGE2500.....</i>	<i>2</i>
<i>FIGURA 2. Localidad de la Comuna Masa 1 .....</i>	<i>3</i>
<i>FIGURA 3. Beneficios del Sistema Fotovoltaico .....</i>	<i>4</i>
<i>FIGURA 4. Ubicación de la Comuna Masa 1; Fuente: Google Maps.....</i>	<i>5</i>
<i>FIGURA 5. Panel Solar .....</i>	<i>8</i>
<i>FIGURA 6. Inversor Solar .....</i>	<i>9</i>
<i>FIGURA 7. Controlador de carga solar .....</i>	<i>10</i>
<i>FIGURA 8. Baterías para sistema fotovoltaico .....</i>	<i>11</i>
<i>FIGURA 9. Spectro AM 1.5G .....</i>	<i>13</i>
<i>FIGURA 10. Efecto fotoeléctrico.....</i>	<i>14</i>
<i>FIGURA 11. Sistema Fotovoltaico On Grid.....</i>	<i>16</i>
<i>FIGURA 12. Sistema Fotovoltaico Off Grid .....</i>	<i>17</i>
<i>FIGURA 13. Normativa ecuatoriana del sector eléctrico .....</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 14. Programa PVsyst .....</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA 15. Diagrama del Sistema Fotovoltaico.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA 16. Diagrama del Plano arquitectónico y eléctrico .....</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA 17. Diagrama unifilar del panel solar .....</i>	<i>34</i>
<i>FIGURA 18. Diagrama del poste .....</i>	<i>35</i>
<i>FIGURA 19. Diagrama de caja para batería .....</i>	<i>36</i>
<i>FIGURA 20. Plano inclinado.....</i>	<i>37</i>
<i>FIGURA 21. Proyecto la masa 1.....</i>	<i>38</i>

<i>FIGURA 22. Irradiación anual 20121 .....</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA 23. Resumen.....</i>	<i>39</i>
<i>FIGURA 24. Características del generador .....</i>	<i>40</i>
<i>FIGURA 25. Pérdidas del sistema FV.....</i>	<i>41</i>
<i>FIGURA 26. Dimensionamiento de consumo .....</i>	<i>41</i>
<i>FIGURA 27. Resultado principal.....</i>	<i>42</i>
<i>FIGURA 28. Estadística de energía en el sistema FV .....</i>	<i>42</i>
<i>FIGURA 29. Estadística de rendimiento solar.....</i>	<i>43</i>
<i>FIGURA 30. Tabla de resultados generales.....</i>	<i>43</i>
<i>FIGURA 31. Diagrama de perdidas en el sistema FV.....</i>	<i>44</i>
<i>FIGURA 32. Gráfico del plano receptor solar .....</i>	<i>45</i>
<i>FIGURA 33. Plan de trabajo.....</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 34. Presupuesto Civil.....</i>	<i>48</i>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b>	<b><i>Beneficiarios de la vivienda</i></b> .....	<b>6</b>
<b>TABLA 2.</b>	<b><i>Consumo Eléctrico en la vivienda.</i></b> .....	<b>22</b>
<b>TABLA 3.</b>	<b><i>Consumo total diario de los circuitos instalados.</i></b> .....	<b>22</b>
<b>TABLA 4.</b>	<b><i>Características del Panel Jinko Solar Tiger Pro JKM405M.</i></b> .....	<b>23</b>
<b>TABLA 5.</b>	<b><i>Características del Inversor Phoenix 12v/250.</i></b> .....	<b>24</b>
<b>TABLA 6.</b>	<b><i>Características Controlador Smart Solar MPPT 75/15.</i></b> .....	<b>25</b>
<b>TABLA 7.</b>	<b><i>Características de la Batería Fulibattery 12V-150AH.</i></b> .....	<b>25</b>
<b>TABLA 8.</b>	<b><i>Irradiancia 2021</i></b> .....	<b>28</b>
<b>TABLA 9.</b>	<b><i>Presupuesto Eléctrico</i></b> .....	<b>65</b>

## INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación #1: Energía del fotón.....</i>	<i>12</i>
<i>Ecuación #2: Espectro AM 1.5G.....</i>	<i>12</i>
<i>Ecuación #3: Corriente de recombinación en zona dipolar.....</i>	<i>14</i>
<i>Ecuación #4: Potencia total del sistema eléctrico.....</i>	<i>22</i>
<i>Ecuación #5: Consumo mensual de los circuitos eléctricos.....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación #6: Ángulo óptimo de inclinación del panel solar.....</i>	<i>26</i>
<i>Ecuación #7: Potencia del Generador.....</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación #8: Hora solar pico.....</i>	<i>28</i>
<i>Ecuación #9: Demanda de energía diaria.....</i>	<i>28</i>
<i>Ecuación #10: Capacidad del banco de baterías.....</i>	<i>29</i>
<i>Ecuación #11: Corriente de entrada del regulador.....</i>	<i>30</i>
<i>Ecuación #12: Corriente de salida del regulador.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación #13: Dimensionamiento del inversor.....</i>	<i>32</i>

## 1 INTRODUCCION

Hoy en día, la importancia de las energías renovables como principal fuente energética del país y del mundo radica en sus grandes ventajas. Al comienzo del nuevo milenio, se debe reducir la contaminación ambiental para reducir la lluvia ácida y el efecto invernadero. Debido al rápido crecimiento demográfico y al crecimiento industrial, Existe una gran demanda de energía en el mundo y la producción de energía es una fuente global de gases de efecto invernadero además de otras emisiones contaminantes que dañan el medio ambiente y provocan el calentamiento global.

Las fuentes de energía renovable ayudan a generar electricidad y calor de una manera generalmente sin emisiones, de manera sostenible y con bajos costos operativos para los países con recursos limitados. Convirtiéndose estas fuentes de energías renovables en un interés legítimo en su uso a nivel global. Si bien la energía renovable ofrece muchos beneficios, los sistemas de suministro también presentan grandes desafíos. Una de las características más desafiantes es la variabilidad incontrolable de la fuente. Las condiciones ambientales y, por lo tanto, la entrega no se puede garantizar por adelantado. Este problema se puede solucionar ahorrando energía cuando se produce un exceso de energía y utilizándola cuando se produce una energía moderada. [1]

Por otro lado, el desarrollo de los habitantes depende enteramente de contar con suficientes generadores portátiles para producir electricidad. Sin embargo, esto tuvo un efecto hostil sobre el ecosistema y como resultado, se desarrollaron nuevas ideas sobre la producción de electricidad, encaminando a los trabajadores científicos y políticos a su regeneración. Juntos, varios países están liderando nuevas ideas para reemplazar parte de sus necesidades de electricidad con fuentes de energía renovable. Finalmente, se ha comprobado que existen fuentes de energías renovables de menor impacto, a saber: eólica, hidroeléctrica, bioenergía y fotovoltaica, lo cual es un enfoque para solucionar su lanzamiento eficiente y adaptativo. [2].

## 2 PROBLEMÁTICA

### 2.1 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

La comunidad “La Masa 1” debido a su ubicación geográfica no tiene acceso a ninguna red de distribución eléctrica, por lo cual la vivienda de la familia Acosta se conecta mediante un generador portátil de 2.2 kW, para abastecer de energía eléctrica a todos los equipos electrónicos, recibiendo el suministro eléctrico desde las 14:00 hasta las 20:00, 6 horas diarias, debido al consumo generan un gasto de \$3 en combustible por galón lo cual ofrece un rendimiento de aproximadamente 4h, realizando un gasto de \$21 a \$31.5 semanales.

Además, el uso de estos generadores afecta a la salud de los habitantes, así como al medio ambiente.

Esta comuna está ubicada a orillas del río Guayas cerca de Puerto Roma, los habitantes trabajan en actividades de pesca para su sustento. Para llegar al lugar la única vía es mediante canoa, lancha o gabarra.



**FIGURA 1. Generador Shineray SRGE2500**

*Fuente: Autores*

## 2.2 ANTECEDENTES



*FIGURA 2. Localidad de la Comuna Masa 1*

*Fuente: Autores*

La electricidad no solo es un servicio muy importante sino también una necesidad básica para diversas actividades diarias. La electricidad es un recurso fundamental para el desarrollo de las personas y de la sociedad. Es difícil sobrevivir hoy sin energía. Sin embargo, en algunas áreas rurales, debido a la lejanía y la dificultad de acceso, no existe una red pública de suministro de energía, por lo que es difícil desarrollar el suministro de electricidad para acompañar el desarrollo de la sociedad. Un proyecto sobre este tema analizó los beneficios de aprovechar la luz solar para construir una planta de energía solar que genera electricidad para reemplazar los generadores contaminantes. [3]

La Politécnica Salesiana (UPS) se esfuerza por contribuir a la sociedad, con la ayuda de la directiva quienes conforman la facultad de electricidad y los estudiantes. Se implementó un sistema solar para una comunidad local, que necesita abastecer de energía eléctrica a equipos específicos como: focos, toma corrientes, cargadores de celulares, equipos de sonido, etc. [4]

La comunidad de “La Masa 1” está ubicada en un sector rural en el Golfo de Guayaquil, alejado de la ciudad y de los servicios públicos difíciles de atender que no pueden proporcionar electricidad de manera ininterrumpida, por lo que los residentes cuentan con generadores que utilizan combustibles fósiles para acceder a los servicios de electricidad. [1]

### 2.3 JUSTIFICACION

La finalidad de este proyecto es ayudar a la Comunidad “La Masa 1” de la provincia del Guayas, Ecuador, mediante la energía del sol como recurso renovable, fuente principal para la instalación de los paneles fotovoltaicos, a fin de aprovechar los recursos actuales tecnológicos que aportarán al desarrollo y progreso de la comuna tanto en educación como en salud. En las visitas y entrevistas realizadas a los habitantes se recopiló información para tener un conocimiento más amplio sobre el número de habitantes, edades, género, datos de contacto, además de números de electrodomésticos en las viviendas e instalaciones eléctricas instaladas. La implementación de este sistema fotovoltaico ayudará a la comunidad en su economía mediante la reducción de los gastos por la compra de combustible. Además, obtendremos una fuente de energía limpia que nos permitirá evitar gases tóxicos por el “SMOG” y afectaciones producidas por la energía sonora.



**FIGURA 3. Beneficios del Sistema Fotovoltaico [5]**

## 2.4 DELIMITACION

La comunidad de “La Masa 1” es un área aislada ubicada en el Golfo de Guayaquil, y debido a su ubicación, los servicios básicos no están disponibles.

Esta comunidad está conformada por 16 casas y 1 escuela, principal fuente de trabajo: captura y mantenimiento de la camaronicultura, su forma de ingreso hacia la comunidad es mediante vía fluvial, cada casa dispone de su propio panel fotovoltaico, para tener una mayor eficiencia y es independiente de cada casa también posee un sistema aislado que podrá retroalimentarse cuando no haya luz del sol.

El proyecto del sistema fotovoltaico consistió en la investigación técnica a través de una serie de tareas básicas con la finalidad de poder brindar energía eléctrica a equipos de iluminación y a diversos dispositivos electrónicos como: enchufes, teléfonos móviles, altavoces, etc.



**FIGURA 4. Ubicación de la Comuna Masa 1; Fuente: Google Maps [6]**

Las coordenadas en el mapa de Google son: **-2.367627011994443, -79.85686032400048**, con una distancia aproximada de 17,43 Km.

## 2.5 BENEFICIARIOS

Se puede apreciar en la tabla #1 los beneficiarios de este proyecto son la familia conformada por:

Nombre	Apellido	Edad
Jorge Lorenzo	Ferruzola Zuñiga	44 años
Jenenia Karina	Carraza Toral	43 años

***TABLA 1. Beneficiarios de la vivienda***

***Fuente: Autores***

## 3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de paneles solares fuera de la red para proporcionar electricidad a los residentes rurales en la provincia de las guayas utilizando análisis de carga y simulación de software.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Examinar los parámetros de diseño de un sistema fotovoltaico, mediante los datos del programa PVsyst, para la construcción de la propuesta de generación.
- Diseñar la demanda de carga real de la vivienda, utilizando el software para identificar el comportamiento del sistema e implementar.
- Instalar el sistema de generación fotovoltaico, a través de sus estructuras mecánicas y componentes eléctricos para el suministro de energía en la vivienda.
- Comprobar el correcto estado de los equipos instalados mediante equipos de medición y monitoreo, para evaluar su funcionamiento.

## **4 FUNDAMENTACIÓN TEORICA**

Para llevar a cabo este proyecto, debemos conocer los conceptos básicos de un sistema fotovoltaico, así como sus componentes e implementación. Mediante las visitas técnicas se elaboró un estudio de la cantidad de personas que habitan en la Comuna “La Masa 1” donde se obtuvo como respuesta un total de treinta y dos personas para poder ofrecer energía limpia a cada una de sus viviendas, de estas se logró firma de cada persona encargada de su respectiva casa y recopilamos diez y siete firmas para tener autorización en implementar nuestro proyecto

En la vivienda donde realizaremos nuestro proyecto, se entrevistó a la dueña Karina de cincuenta y siete años quien nos ayudó informando la cantidad de personas que viven en ella lugar, su actividad dentro de la comuna y un aproximado de la demanda máxima de la vivienda la cuál será calculado con el programa PVsyst para obtener una demanda real.

### **4.1 GENERALIDADES DE LA ENERGIA SOLAR**

La energía solar se define como la energía que es generada por el sol, renovable e inagotable, adquirida a través del uso de la radiación electromagnética cuidadosamente recibida del sol. Actualmente, la luz solar se puede utilizar de muchas formas diferentes, como células fotovoltaicas, colectores de calor, etc. y a la vez convertir a electricidad o calor es una forma de aprovechar la energía del sol. Para este tipo de energía, existen dos tipos de tecnología solar, que a su vez se dividen en dos grupos más: la energía térmica y la energía fotovoltaica. [7]

### **4.2 ENERGIAS RENOVABLES**

Se considera energía renovable cuando proviene de recursos naturales como: el sol, el viento, el agua, etc. Las fuentes de energía renovables se caracterizan por el uso de recursos naturales en lugar de combustibles fósiles que pueden ser reutilizados indefinidamente. Otra característica importante de esta fuente de energía es que es prácticamente ilimitada: no produce gases de efecto invernadero (GEI), que son uno de los principales contribuyentes al calentamiento global. Y es una fuente de contaminación, el impacto en el medio ambiente es casi nulo, se puede decir que es un tipo de energía limpia. [8]

### 4.3 SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Los sistemas solares fotovoltaicos son un conjunto de elementos que conectados entre sí generan, controlan y entregan energía eléctrica en *corriente alterna*. El funcionamiento de este sistema se desarrolla cuando el sol emite su energía en formas de ondas electromagnéticas, éstas se trasladan hasta llegar a nuestro planeta Tierra; tienen una partícula llamada *fotón*, que son absorbidos por los módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos deben estar orientados de tal manera que garanticen la máxima generación de energía eléctrica estos módulos fotovoltaicos están contruidos con semiconductores tipo NP (negativo-positivo), regularmente, estos módulos son de Silicio, existen en el mercado varios tipos de módulos siendo los más comunes: monocristalino, policristalino y amorfo. [9]

### 4.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID

- **Panel solar:** Un panel solar consta de muchas células solares semiconductoras rodeadas de un material que las protege del medio ambiente. Estas propiedades permiten que las baterías capturen la luz, especialmente los fotones solares, y conviertan esa energía en electricidad utilizable en un proceso llamado efecto fotoeléctrico conformado por: [8]



**FIGURA 5. Panel Solar** [11]

- Cubierta: Es en los modelos de colección que tienen que ser transparentes. Pueden ser de plástico o de vidrio, si son de plástico, deben ser de un plástico especial, de gran ancho de banda, para que no se pierdan por convección o radiación.
  - Canal de aire: Este es el espacio entre la cubierta y la almohadilla absorbente, que puede o no estar vacío. El grosor es para compensar la pérdida por convección o alta temperatura.
  - Placa absorbente: Es una estructura que capta los rayos del sol y los dirige hacia el líquido que pasa por los canales. Pueden transmitir poco calor, pero absorben muy bien la luz solar.
  - Conductos: El líquido fluye en ellos, su tarea es calentar y entrar al tanque. se colocan muy cerca de la placa absorbente, para que el intercambio de energía se realice sin problemas.
  - Capa aislante: Recubre todo el sistema, evitando la pérdida de calor. Esta parte está hecha de elementos con baja conductividad térmica. [9]
- **Inversor**: Es un elemento que cumple la función de generar electricidad con un panel solar y convertir la corriente continua almacenada en una batería en corriente alterna, lo que permite utilizar la electricidad en dispositivos diseñados para funcionar conectados a la red eléctrica. [10]



**FIGURA 6. Inversor Solar** [14]

- Conversión de energía: Esto se hace cuando los paneles fotovoltaicos reciben la luz solar, los electrones se mueven dentro de la celda solar generando electricidad continuamente, luego 12 inversores trabajan para convertir o transformar la luz solar de corriente continua a corriente alterna.
- Optimización de energía: Incrementa la fuente de alimentación dentro de la placa base para aumentar y mejorar la potencia de salida para un mejor rendimiento del sistema.
- Protección: Supervisa el rendimiento energético del sistema fotovoltaico diariamente en función de las acciones del usuario.

➤ **Controlador**: El control del regulador solar consta de 3 pasos.



**FIGURA 7. Controlador de carga solar** [15]

- Etapas 1: La energía recibida por el sistema fotovoltaico aumenta el voltaje y alcanza el punto máximo, el controlador se encarga de transferir toda esta energía a la batería.
- Etapas 2: El voltaje absorbido se ajusta cuando la batería está por debajo del límite, lo que ayuda a los usuarios a mantener la energía mientras almacena energía para la batería.
- Etapas 3: Son responsables de proteger la batería de la sobrecarga antes de descargarla.

- **Acumulador:** Se encarga de almacenar la electricidad procesada, lo que permite utilizarla en cualquier momento, incluso durante la noche.



**FIGURA 8. Baterías para sistema fotovoltaico [16]**

- La función de la batería es proporcionar electricidad cuando el sistema fotovoltaico no produce suficiente electricidad para el consumidor.
- Cuando los paneles producen más electricidad del que necesita el consumidor, esta se almacena en la batería.
- Los acumuladores o baterías convierten la energía recibida por los paneles en energía química.

#### **4.5 FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA FOTO VOLTAICA**

La célula solar fotovoltaica es el componente que están fabricados los paneles solares, significa la célula solar sea de mejor material podrá tener un mejor rendimiento dependiendo el tipo de célula silicio cristalino o película fina.

Las placas solares están compuestas de:

- Banda de conducción.
- Banda prohibida.
- Banda de valencia (material semiconductor).

La energía del fotón se combina con estos materiales a través de la radiación del sol para obtener energía eléctrica este fenómeno se debe a la longitud de onda y la energía que este emite, dependiendo del material va a ser mayor su energía dada por la siguiente ecuación:

**ENERGÍA DEL FOTÓN:**

$$Ev = h * v = \frac{h * c}{\lambda}$$

h: constante de Plank

c: velocidad de la luz

$$\left\{ \begin{array}{l} h = 6,26 * 10^{-34} J * s \\ v = 4.14 * 10^{-15} eV * s \\ c \approx 3 * 10^8 m/s * s \end{array} \right.$$

$$Ev (eV) = \frac{1.24}{\lambda (\mu m)}$$

$$1 eV = 1,602 * 10^{-19}$$

***Ecuación #1: Energía del fotón [17]***

Con los datos obtenidos podemos tener en cuenta la energía del fotón que va a traspasar el panel solar teniendo en cuenta el “Espectro estándar en la superficie de la tierra e irradiación solar” que se traduce como “AM 1.5G (radiación directa y difusa) o AM 1.5D (indica solo la radiación directa).

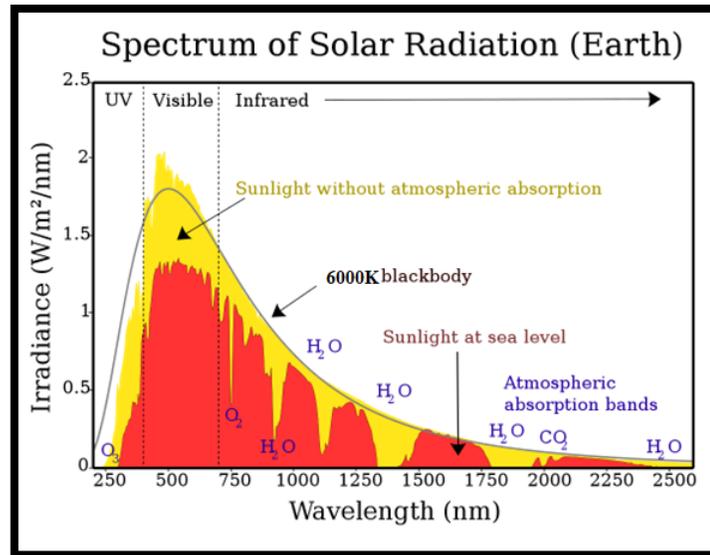
**ESPECTRO AM 1.5G:**

$$0,25 \mu m < \lambda < 3 \mu m$$

$$4,96 eV > Ev > 0,414 eV$$

***Ecuación #2: Espectro AM 1.5G [18]***

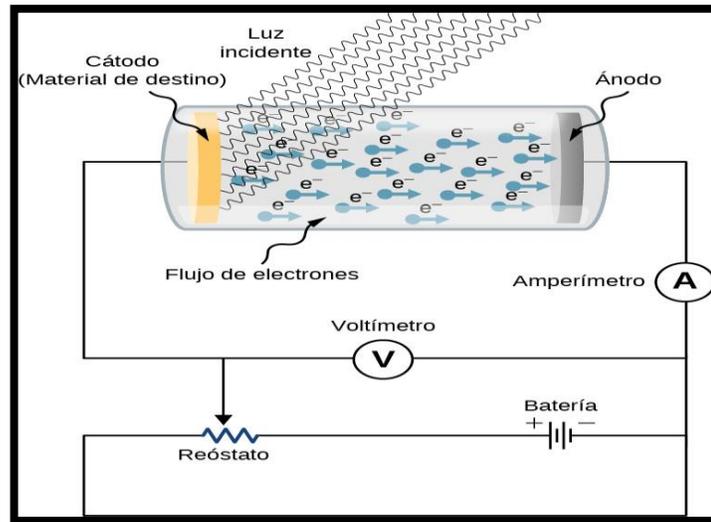
El espectro AM 1.5G hace que llegue directamente a los paneles solares la energía del fotón para que haya relación de la proporción de la atmósfera por la que debe pasar la luz para llegar a la Tierra, y la misma proporción en el trayecto vertical.



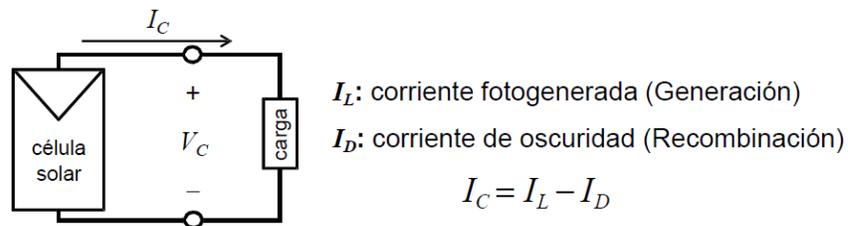
**FIGURA 9. Spectro AM 1.5G [19]**

#### **4.6 EL EFECTO FOTOELÉCTRICO. -**

Cuando la superficie de metal está expuesta a ondas electromagnéticas monocromáticas, en longitudes de onda suficientemente cortas (o por encima de una frecuencia umbral), la radiación incidente se absorbe y los electrones se emiten desde la superficie expuesta. Los electrones emitidos en este proceso se denominan fotoelectrones.



**FIGURA 10. Efecto fotoeléctrico** [20]



### **Fotocorriente**

$I_L$  depende del área de la célula ( $A$ ) y de la radición ( $\lambda$ ) y la temperatura

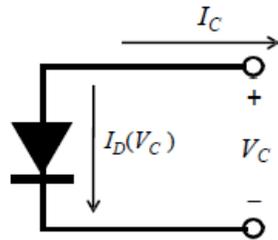
$$I_L = q \cdot A \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} F(\lambda) \cdot [1 - \tau(\lambda) - \rho(\lambda)] \cdot \eta_{col}(\lambda) \cdot d\lambda$$

**Ecuación #3: Corriente de recombinación en zona dipolar** [21]

$$I_{Dz}(V_D) = I_{0z} \left[ \exp\left(\frac{q \cdot V_D}{2 \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right] \begin{cases} q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \\ V_T = \frac{kT}{q}; \quad V_T(V) = \frac{T(K)}{11600} \end{cases}$$

$$= I_{02} \left[ \exp\left(\frac{V_D}{2 \cdot V_T}\right) - 1 \right]$$

$$I_D(V_D) = I_0 \left[ \exp\left(\frac{V_D}{m \cdot V_T}\right) - 1 \right]$$

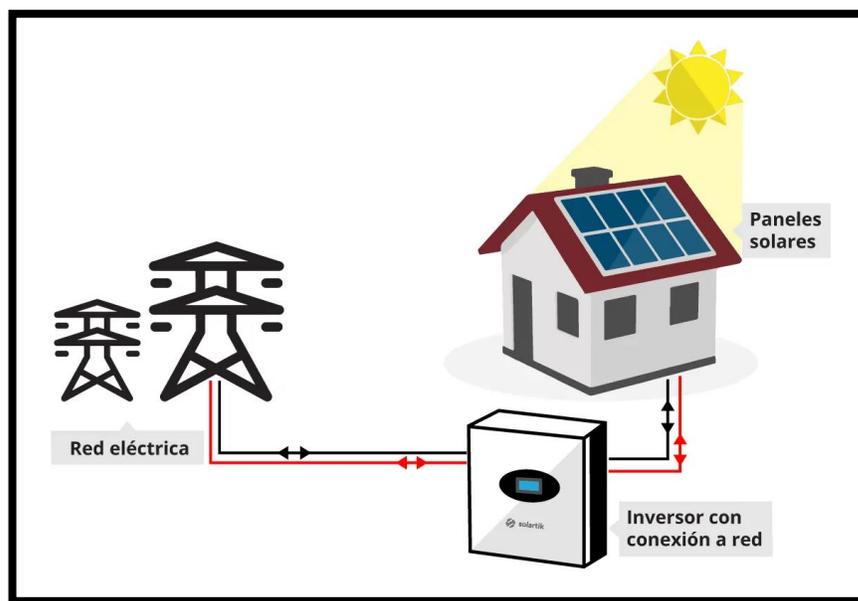


El efecto fotoeléctrico que hay en estos paneles fotovoltaicos es explicado por la física moderna, ya que no hay retardo de tiempo cuando la radiación incide sobre el material, reacciona con los electrones y son emitidos casi al instante, incluso a niveles bajos de radiación. La corriente fluye en la celda, este potencial positivo aumenta gradualmente hasta alcanzar un límite, cuanto mayor es la intensidad de la radiación, mayor es el efecto de la fotocorriente.

## 4.7 TIPOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTICOS

### 4.7.1 SISTEMA CON CONEXIÓN A LA RED (ON GRID)

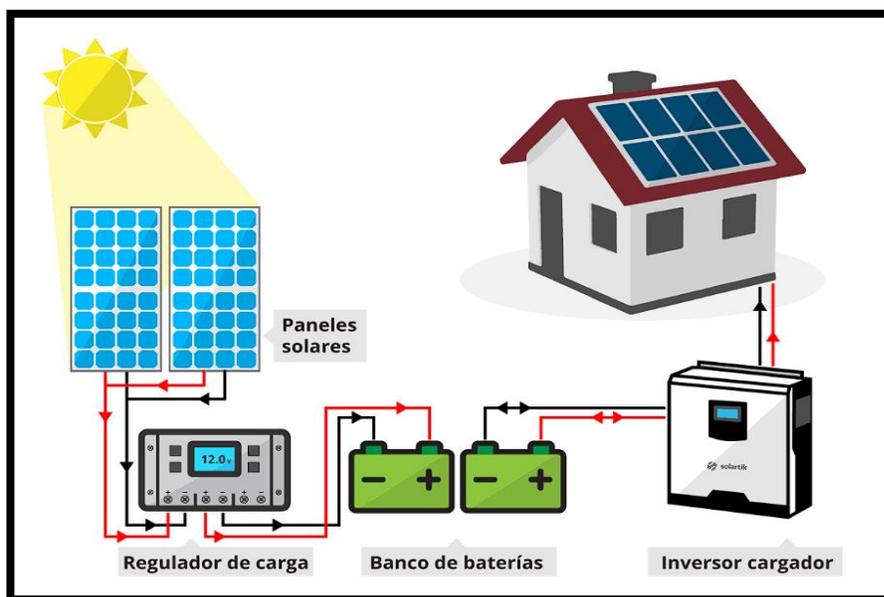
En este tipo de conexión, La red y el sistema solar coexisten para suministrar la electricidad necesaria. La cantidad total de energía que se puede producir para las necesidades individuales de la comuna es por tanto necesaria para asegurar el consumo necesario de los equipos, pero si no es suficiente, se compensa con la red eléctrica. Por otro lado, si todavía hay más energía de la necesaria, la red y el sistema solar coexisten para suministrar la electricidad necesaria. La cantidad total de energía que se puede producir para las necesidades individuales de la comuna es por tanto indispensable para asegurar el consumo necesario de los equipos, pero si no es suficiente, se compensa con la red eléctrica. Así, se puede decir que se trata de una red de distribución eléctrica que traslada la electricidad restante de la instalación de autoconsumo para abastecer a los vecinos que actualmente la utilizan. [22]



**FIGURA 11. Sistema Fotovoltaico On Grid [23]**

#### **4.7.2 SISTEMA SIN CONEXIÓN A LA RED (OFF GRID).**

Este sistema no está conectado a la red de distribución de ninguna manera, entonces la electricidad generada va al mismo dispositivo y puedes tener varias baterías para que la energía se pueda almacenar para consumo o no. Una de las instalaciones más comunes donde el sistema tiene baterías es en una casa aislada. Los paneles solares que se utilizan para calentar los hogares se encargan de proporcionar electricidad esencial a cualquier hogar o edificio que no esté conectado a la red. Cuando se instala con una bomba de agua solar, es adecuado para sistemas autónomos sin baterías. En estos sistemas, el agotamiento que se produce cuando hay mucha radiación solar permite que la bomba solar funcione. [22]



**FIGURA 12. Sistema Fotovoltaico Off Grid** [24]

#### 4.8 PERIODO DE VIDA ÚTIL DEL PANEL SOLAR

La vida útil de los paneles solares es de más de 25 a 30 años, siempre que sean paneles de alta calidad y se mantengan con mimo. Después de eso, los paneles solares seguirán produciendo electricidad, aunque en cantidades más pequeñas. De hecho, los paneles solares seguirán funcionando durante las próximas décadas, ya que están preparados para soportar la energía eólica y otros factores externos. Esto se debe principalmente a que los paneles solares no tienen partes móviles; rara vez fallan internamente y, por lo general, solo se dañan por fuerzas externas, como una instalación incorrecta o condiciones climáticas muy extremas. [11]

#### 4.9 MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

La energía solar fotovoltaica es probablemente el campo de tecnología solar más popular y de más rápido crecimiento. Los dispositivos fotovoltaicos generan electricidad directamente a partir de la luz solar mediante procesos eléctricos que ocurren naturalmente en ciertos tipos de materiales. Los grupos de células fotovoltaicas se pueden combinar en módulos y bloques

que se pueden usar para alimentar cualquier cantidad de cargas eléctricas. Los sistemas fotovoltaicos tienen un gran potencial como tecnología de suministro de energía baja en carbono. Informe conjunto de investigadores del Laboratorio Nacional de Brookhaven, septiembre de 2006, la Universidad de Utrecht y el Centro Holandés los estudios energéticos han revelado que el tiempo de amortización de la energía de los sistemas solares de silicio cristalino es de 1,5 a 2 años en el sur de Europa y de 2,7 a 3,5 años en Europa central. en Europa, mientras que la tecnología de película delgada ofrece 1-1,5 años de recuperación de energía en el sur de Europa con un factor de recuperación de energía de 1,5 a 2 años en el sur de Europa y de 2,7 a 3,5 años en Europa central. Europa, mientras que las tecnologías de película delgada proporcionan tasas de recuperación de energía de 1 a 1,5 años en las regiones del sur de Europa. [12]

#### **4.10 NORMATIVA ECUATORIANA**

La demanda energética en el Ecuador se constituye de varias agencias de regulación energética, recursos renovables y energías no renovables, desarrolladas a lo largo de los años por los cuales denominamos “energías limpias” que permiten ayudar al medio ambiente a no ser contaminado con los gases de efecto invernadero y otros factores de las centrales eléctricas de materias no renovables.

La Agencia de Regulación y Control de Energías No Renovables y Recursos Naturales (ARCERNNR Anteriormente Agencia de Regulación y Control de Electricidad-ARCONEL) presenta estadísticas anuales y multianuales del sector eléctrico en el Ecuador. La autoridad de (ARCERNNR), ha recibido certificado de excelencia en estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), para el sector eléctrico en Ecuador. [27]



**FIGURA 13. Normativa ecuatoriana del sector eléctrico** [28]

Resumen del año 2021:

- Salida de potencia total = 32.206,88 GWh
- Requerimiento de energía = 4,21 GW
- Entrada = 363,80 GWh
- Salida = 524,13 GWh
- Capacidad de generación instalada = 8.734,41 MW

#### 4.11 DEMANDA DE CARGA

El programa PVsyst es la herramienta más utilizada en este campo, ya que permite la simulación y el análisis de sistemas solares fotovoltaicos en función de datos meteorológicos específicos y la selección de parámetros específicos. Esto permite que los diseñadores de escenas 3D evalúen los sombreadores y proporcionen un análisis financiero utilizando los costos reales. Se centra específicamente en las instalaciones de energía solar, pero también abarca diferentes tipos de instalaciones como las de autoconsumo, autónomas y de bombeo de agua.

El software es muy usado para diseñar e instalar sistemas de energía solar fotovoltaica, puede ser usado por arquitectos, ingenieros e investigadores, también es usado en el sector educativo por algunas universidades alrededor del mundo, contiene manuales que muestran

los trámites para los diferentes modelos que manejan, se pueden ingresar datos meteorológicos, así como datos personales del autor, asociación o universidad. El diseño de instalaciones fotovoltaicas requiere un proceso corto y flexible.:

- Especifique la fuente de energía requerida o el área disponible donde se implementará nuestro proyecto de instalación fotovoltaica.
- Se debe seleccionar un equipo específico para el diseño del sistema fotovoltaico.
- Se añade los parámetros y datos requeridos para la simulación.

Se ha agregado al software un sistema de mensajes de advertencia o error codificados por colores. Si se encuentran irregularidades o errores en el diseño de la instalación fotovoltaica, los resultados del programa se presentarán como producción total de energía en MW/año, lo cual es importante para evaluar la rentabilidad de una instalación fotovoltaica y un indicador de rendimiento de relaciones públicas que describe la calidad.



Versión 7.3.2

## PVsyst - Informe de simulación

### Sistema independiente

Proyecto: LA MASA 1

Variante: Nueva variante de simulación

Sistema independiente con baterías

Potencia del sistema: 405 Wp

San Carlos - Ecuador

**FIGURA 14. Programa PVsyst; Fuente: Autores**

## 5 MARCO METEODOLOGICO

Para llevar a cabo este proyecto se empleó una lista de tareas básicas:

- Acudir a la Comuna “La Masa 1” y a través de una encuesta, recolectar información acerca de las necesidades básicas de los moradores.
- Realizar un plan estratégico para brindar energía eléctrica limpia y eficaz a sus viviendas.
- Calcular la máxima demanda necesaria, para establecer la capacidad de carga que se requiera en la casa para un sistema solar del tamaño adecuado.
- Diseñar los planos eléctricos para la instalación de fotovoltaica para casas comunales.
- Repaso de las mejores herramientas y materiales para una correcta instalación solar.
- Instalar las piezas y equipos necesarios para la correcta instalación del sistema fotovoltaico.
- Enseñar a la comunidad sobre cómo mantener los paneles solares para que sigan el tiempo asignado para conservar y recibir el 98% de la energía liberada en el sistema.

### 5.1 ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA.

Hay dos personas residentes en la vivienda, que adquieren energía eléctrica a través de un generador Diesel de 2,2 kW para las necesidades de electricidad de la casa. El generador proporciona electricidad de forma limitada por la noche, entre las 18:00 y las 22:00 horas aproximadamente, lo que, dependiendo de su estado eléctrico y mecánico, puede existir una variación en el costo de operación del equipo, además de los efectos causados por el ruido y mitigación de gases que perjudican su salud y economía.

## 5.2 INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS UTILIZADOS EN LA VIVIENDA.

Como se muestra en la tabla #2, se especifican todos los equipos eléctricos que posee la familia en la vivienda, para tener un informe real de la carga total que se suministra, identificando los circuitos a través de una visita técnica se obtuvo una potencia total de 146 [W], con la finalidad de registrar todos los datos que nos permita guiarnos al momento de realizar las nuevas instalaciones eléctricas y tener un sistema eficaz.

No.	Circuito	Cantidad	Potencia [W]	Potencia Total [W]
1	Lámpara (LED o flujo)	4	9	36
2	TV / móvil	1	60	60
3	Radio	1	55	55

**TABLA 2. Consumo Eléctrico en la vivienda; Fuente: Autores**

$$Pt = C1 + C2 + C3$$

$$Pt = 36 + 60 + 50$$

$$Pt = 146 [W]$$

**Ecuación #4: Potencia total del sistema eléctrico [4]**

## 5.3 CONSUMO MENSUAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para ampliar el estudio se elaboró un análisis de potencia por circuito, horas de consumo y watts consumidos diariamente con el fin de totalizar la demanda energética mensual la vivienda, estos datos se pueden apreciar en la tabla #3.

No.	Circuito	Hora	Potencia [W]	Consumo de energía diaria[W]/día	Días	Consumo de energía mensual [KWh]/mes
1	Lámpara (LED o flujo)	7	36	252	30	0.76
2	TV / móvil	2	60	120	30	0.36
3	Radio	4	55	220	30	0.66
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>	<b>194</b>	<b>592</b>	<b>90</b>	<b>1.78</b>

**TABLA 3. Consumo total diario de los circuitos instalados; Fuente: Autores**

$$C_t = CD1 + CD2 + CD3$$

$$C_t = 108 + 180 + 160$$

$$C_t = 592 \text{ [Wh/Día]}$$

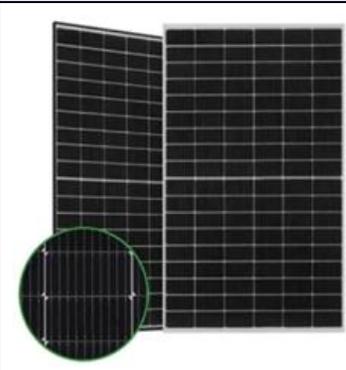
**Ecuación #5: Consumo mensual de los circuitos eléctricos [4]**

## 5.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

### 5.4.1 PANEL SOLAR

El panel solar que se escogió se acopla a las necesidades de la comunidad ya que nos brinda la energía necesaria para el correcto funcionamiento de los electrodomésticos básicos en la vivienda. La principal característica de este panel es de tipo mono cristalino tecnología MBB (Multi Bus Bar) efectiva para reducir las pérdidas de potencia que pueda ocasionar las condiciones atmosféricas; tecnología Hc tiene una tolerancia de sombreado entre celda y celda. Ambas tecnologías se aplican a diversos tipos de células solares como lo son las policristalinas, monocristalinas, etc. Resulta más eficiente al ahorro del consumo del material alargando su garantía de fabricación. Su composición hace que el fotón reciba mejor la energía en el panel solar. Su corriente máxima es de 13.27 Amp esto indica que es la corriente de mayor valor obtenida de una celda monocristalina con un valor de voltaje de circuito abierto de 37.06 Voc es el voltaje que llega a los extremos de la célula.

En la tabla #4 se puede observar las características del panel solar.

<b>JINKO SOLAR TIGER PRO JKM405M</b>		
	Potencia máxima (Pmax)	405Wp
	Voltaje máximo (Vmp)	30.52V
	Corriente máxima (Lmp)	13.27A
	Tensión en circuito abierto (Voc)	37.06V
	Corriente de cortocircuito (Isc)	13.78A
	Eficiencia del modulo	20.74%
	Tensión máxima del sistema	1000/1500Vdc
	Valores máximos Fusibles	25A
	Temperatura operacional nominal célula	45±2°c

**TABLA 4. Características del Panel [29]**

### 5.4.2 INVERSOR

El inversor Phoenix 12VDC /250 VA su pico de potencia será de 400 W su tensión de salida será ajustable puede tener 230 VAC o 120 VCA, tiene un puerto USB para configurarlo, el sistema de apagado y reinicio por bajo voltaje de la batería, tiene un modo "ECO" que protege los dispositivos que entran en modo de espera cuando la carga cae por debajo de un valor predeterminado que es (15W). Este inversor está a prueba de cortocircuitos y protegidos contra las altas temperaturas y sobrecargas en el sistema.

A continuación, en la tabla #5, podemos observar las características del inversor.

INVERSOR PHOENIX 12V/250 VICTRON ENERGY		
	Potencia pico	400 W
	Rango de tensión de entrada	9.2 / 18.4 / 36.8 / 62 V
	Eficacia máxima	88%
	Potencia continua a 40°C	200/175w
	Consumo en vacío	7.9 W
	Tipo protección	IP 21
	Peso	3 kg

**TABLA 5. Características del Inversor [30]**

### 5.4.3 CONTROLADOR

Este controlador de carga solar de tipo MPPT 75/15 fue seleccionado por la capacidad de la tensión que tiene, en este caso puede trabajar con paneles solares de 12 a 24 voltios y la energía del fotón que entrega el panel solar es muy variable y con este controlador mejora significativamente la entrada de energía también la marca Smart Solar se escogió por tener mayor porcentaje de efectividad ante otros controladores más lentos. Este equipo tiene un programa que controla la batería llamada batterylife, controlará el estado de carga, la desconexión automática del equipo hasta que recoja la suficiente energía del panel solar para recargar el equipo a su 98%, también cuenta con un tipo de protección IP 43, resistente a agua nebulizada (spray), cumpliendo con los requisitos necesarios para el sistema a continuación, en la tabla #6, podemos observar las características del controlador.

SMART SOLAR MPPT 75/15 GENERERIC		
	Tensión de la batería	12/24v
	Potencia FV nominal 24V	440W
	Corriente de carga nominal	15A
	Tensión de circuito abierto $V_{oc}$	75V
	Eficiencia máxima	98%
	Tipo protección	IP 43

**TABLA 6. Características Controlador [31]**

#### 5.4.4 BATERÍA

Está diseñado con tecnología AGM (Absorbente Glass Mat) y VRLA (Batería de ácido-plomo regulada por válvula), esta batería es ideal para el sistema ya que es de ciclo profundo que a diferencia de otras baterías al cargar y descargarse la capacidad es muy limitada y al tener esta variedad de carga se dañan, por lo tanto, este tipo de batería es eficaz en nuestro panel solar, la vida útil de esta batería es hasta de 10 años. A continuación, en la tabla #7, podemos observar las características de la batería.

FULIBATTERY 12V – 150AH		
	Tensión de la batería	12V
	Capacidad nominal (20h)	150 Ah
	Terminal	T11- M8
	Temperatura máx ambiente	15 ~ 50°C
	Ciclo de uso	Corriente de carga inicial de menos de 45.0A. Voltage. 14.4V ~ 15.0V Temperatura 25° C (77° F). Coeficiente -30mV/ °C

**TABLA 7. Características de la Batería [32]**

## 5.5 CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTVOLTAICO

Con la ayuda de los datos recopilados posteriormente se realizó un correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico, a fin de implementar un flujo de carga que pueda proporcionar energía adecuada y permanecer estable con el tiempo. La carga energética del sistema debe cumplir con los servicios básicos de la vivienda para permitir el uso de dispositivos de suma importancia sin la necesidad de utilizar reguladores adicionales, los sistemas deben incluir una serie de circuitos eléctricos, que deben simplificarse en los diferentes dispositivos que existen en el hogar con factores de protección apropiados.

Para cumplir con el correcto dimensionamiento del sistema solar, se realizan los siguientes cálculos:

- Ángulo óptimo de inclinación del panel solar.
- Potencia del generador fotovoltaico
- Capacidad del banco de baterías
- Dimensionamiento del controlador de carga
- Dimensionamiento del poste
- Dimensionamiento del inversor

## 5.6 CÁLCULO DEL ÁNGULO ÓPTIMO DE INCLINACIÓN DEL PANEL SOLAR

La orientación y el ángulo de montaje de los paneles solares fotovoltaicos es fundamental para sacar el máximo provecho las horas de sol y sacar obtener el mejor rendimiento la instalación solar. El panel solar se deberá instalar con un ángulo de inclinación igual al valor de latitud en el mismo lugar, para lo cual se realizó la siguiente ecuación:

$$\beta = |\phi| + 10$$

*Ecuación #6: Ángulo óptimo de inclinación del panel solar [4]*

Donde:

$\beta$  = Ángulo Óptimo.

$\phi$  = Latitud del sitio.

Reemplazando, se obtiene que:

$$\beta = |-2,37| + 10$$

$$\beta = 12,37^\circ$$

Por lo tanto, con este resultado, es recomendado trabajar con de  $\beta = 15^\circ$

## 5.7 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR

Debido a que la energía producida por los paneles solares depende de diferentes factores, como la radiación solar, las diferentes unidades del sistema tienen diferentes pérdidas, por lo que el índice de producción de electricidad en este caso es del 90 %.

La siguiente ecuación se utiliza para calcular la potencia producida por el panel solar:

$$P_{Gf} = \frac{Dr * 1.25}{HSP * Pr}$$

*Ecuación #7: Potencia del Generador [4]*

Donde:

$P_{Gf}$ : Potencia generada por panel solar.

$Dr$ : Demanda energética diaria.

$HSP$ : Hora solar pico.

$Pr$ : Factor de funcionamiento global = 0.90.

En primer lugar, para realizar la Ecuación#7, se encontró la variable HSP, la cual se genera a través de los datos mensuales de irradiación solar de la zona (TABLA 8), con ayuda del software Power Data.

AÑO 2021	IRRADIANCIA		
	CORTA	UVA	UVB
ENERO	10,31	11,3	0,38
FEBRERO	10,54	10,95	0,4
MARZO	10,49	10,95	0,4
ABRIL	10,02	11,73	0,36
MAYO	9,37	11,2	0,29
JUNIO	8,99	9,55	0,27
JULIO	9,14	9,05	0,29
AGOSTO	9,69	9,42	0,3
SEPTIEMBRE	10,22	9,55	0,36
OCTUBRE	10,42	11,37	0,37
NOVIEMBRE	10,29	11,58	0,36
DICIEMBRE	10,16	11,1	0,34
<b>TOTAL</b>	<b>119,64</b>	<b>127,75</b>	<b>4,12</b>

**TABLA 8. Irradiancia 2021 [33]**

$$HSP = \text{Irradicaión}/1000\text{wm}^2$$

$$HSP = 3,9$$

**Ecuación #8: Hora solar pico [34]**

Una vez obtenido el HSP que dio como resultado 3,9 se determinó la energía diaria que debe emitir la instalación fotovoltaica mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{D_{Dct}}{N_{bat}} + \frac{D_{Act}}{N_{bat} * N_{inv}}$$

**Ecuación #9: Demanda de energía diaria [4]**

En este proceso se deben considerar los valores efectivos de los dispositivos cooperantes de acuerdo con la Ecuación #9:

Donde:

$D_r$ : Demanda de energía diaria total requerida por el sistema (Wh).

$D_{Dct}$ : Energía diaria requerida en Dc (Wh).

$N_{bat}$ : Rendimiento del sistema de acumulación de energía (Batería).

$D_{Act}$ : Energía diaria requerida en Ac (Wh).

$N_{inv}$ : Rendimiento del equipo inversor.

Teniendo como referencia la eficiencia del 90% para el inversor y 95% para la batería, sustituyendo los valores en la Ecuación#9, se obtiene que:

$$D_r = \frac{0}{0.90} + \frac{592 \left(\frac{Wh}{día}\right)}{(0.90) * (0.95)}$$

$$D_r = 692,40 \left(\frac{Wh}{día}\right)$$

Finalmente, obtenido el HSP = 3,9 y el Dr = 692,40 se reemplazaron los valores en la Ecuación#7, se tiene como resultado lo siguiente:

$$P_{Gf} = \frac{Dr * 1.25}{HSP * Pr}$$

$$P_{Gf} = \frac{692,40 * 1.25}{3.9 * 0,90}$$

$$P_{Gf} = 246,58 (Wp)$$

## 5.8 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE BATERÍAS

Para calcular la potencia requerida de la batería, usamos la siguiente ecuación:

$$C_{bat}(Ah) = \frac{D_r * N}{V_{bat} * P_{dm} * F_{ct}}$$

**Ecuación #10: Capacidad de la batería [4]**

Donde:

$C_{bat}$ : Capacidad de la batería (Ah).

$V_{bat}$ : Voltaje de la batería.

$P_{dm}$ : Profundidad máxima de salida.

$N$ : Días de autonomía.

$D_r$ : Necesidad diaria de energía.

$F_{ct}$ : Factor de compensación térmica.

Reemplazando, se obtiene que:

$$C_{bat} = \frac{692,40 * 2}{24 * 0,6 * 1}$$

$$C_{bat} = 96,17 \text{ Ah}$$

## 5.9 CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA

El controlador de voltaje de gestiona la carga y descarga de la batería, por lo tanto, debe tener un dimensionamiento adecuado para manejar la corriente de entrada del generador solar y la corriente de salida para alimentar la carga.

El controlador debe mantener la corriente máxima de funcionamiento entre un 20 % - 25 %.

Para calcular la corriente de entrada al controlador de carga, use la siguiente ecuación:

$$I_{in} = F_s * I_{modsc} * N_p$$

*Ecuación #11: Corriente de entrada del regulador [4]*

Donde:

$I_{in}$ : Corriente de entrada del regulador.

$F_s$ : Factor de seguridad del regulador es 1,25.

$N_p$ : Número de ramales en paralelo.

$I_{modsc}$ : Corriente de cortocircuito de un panel fotovoltaico.

Reemplazando, se obtiene que:

$$I_{in} = 1,25 * 10,33 * 1$$

$$I_{in} = 13,36 \text{ [A]}$$

Para calcular la corriente de salida al controlador de carga, use la siguiente ecuación:

$$I_{sal} = \frac{F_s * \left( P_{DC} + \frac{P_{AC}}{N_{inv}} \right)}{V_{bat}}$$

***Ecuación #12: Corriente de salida del regulador [4]***

Donde:

$I_{sal}$ : Corriente de salida del regulador de carga.

$F_s$ : Factor de seguridad del regulador de 1,25

$V_{bat}$ : Voltaje de batería.

$P_{DC}$ : Potencia de carga en DC.

$P_{AC}$ : Potencia de carga en AC.

Reemplazando, se obtiene que:

$$I_{sal} = \frac{1,25 * \left( 0 + \frac{190 \text{ (W)}}{0,9} \right)}{24}$$

$$I_{sal} = 11 \text{ [A]}$$

## **5.10 CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR**

Al instalar electricidad con cargas AC, se recomienda adquirir un convertidor DC/AC que tenga las funciones principales que son:

- Voltaje nominal de entrada y salida
- Potencia nominal
- Frecuencia
- Rendimiento

Se calculó la capacidad del inversor mediante la siguiente ecuación:

$$P_{inv} = 1,2 * P_{AC}$$

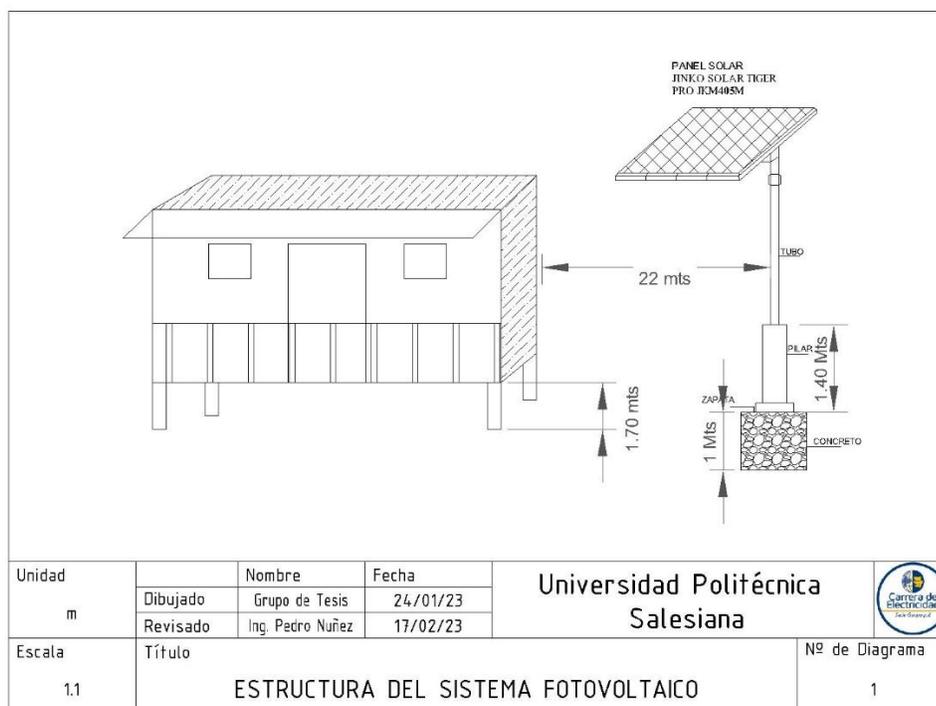
$$P_{inv} = 1,2 * 190$$

$$P_{inv} = 228 (W)$$

**Ecuación #13: Dimensionamiento del inversor [4]**

### 5.11 PLANO DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

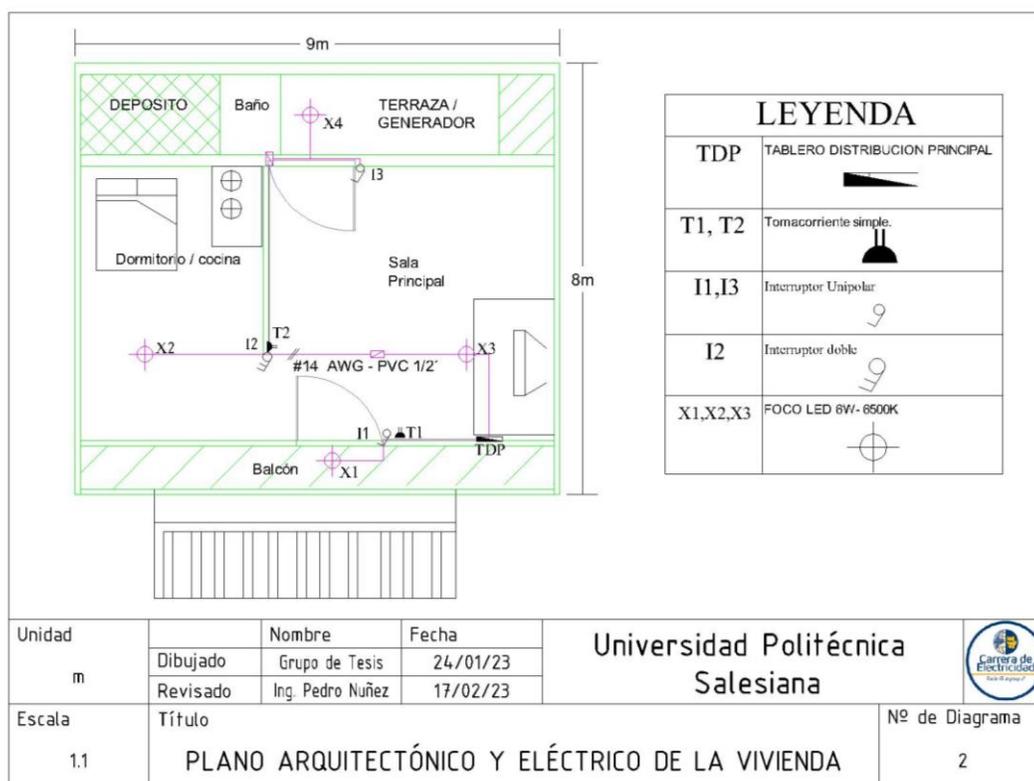
Para tener un sistema fotovoltaico estable, se realizó un cálculo del dimensionamiento del sistema, con el fin de proporcionar energía eficiente y prolongar la vida útil del panel solar. La demanda de energía del sistema eléctrico fue instalada cumpliendo las normativas eléctricas ecuatoriana (IEC – 60617). El sistema permite el uso de electrodomésticos indispensable para la vivienda sin regulaciones adicionales, el sistema está compuesto de varios circuitos eléctricos, que deben simplificarse en diferentes dispositivos que existen en el hogar con factores de protección apropiados, se puede observar en la FIGURA 15:



**FIGURA 15. Diagrama del Sistema Fotovoltaico; Fuente: Autores**

## 5.12 PLANO ARQUITECTÓNICO Y ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA

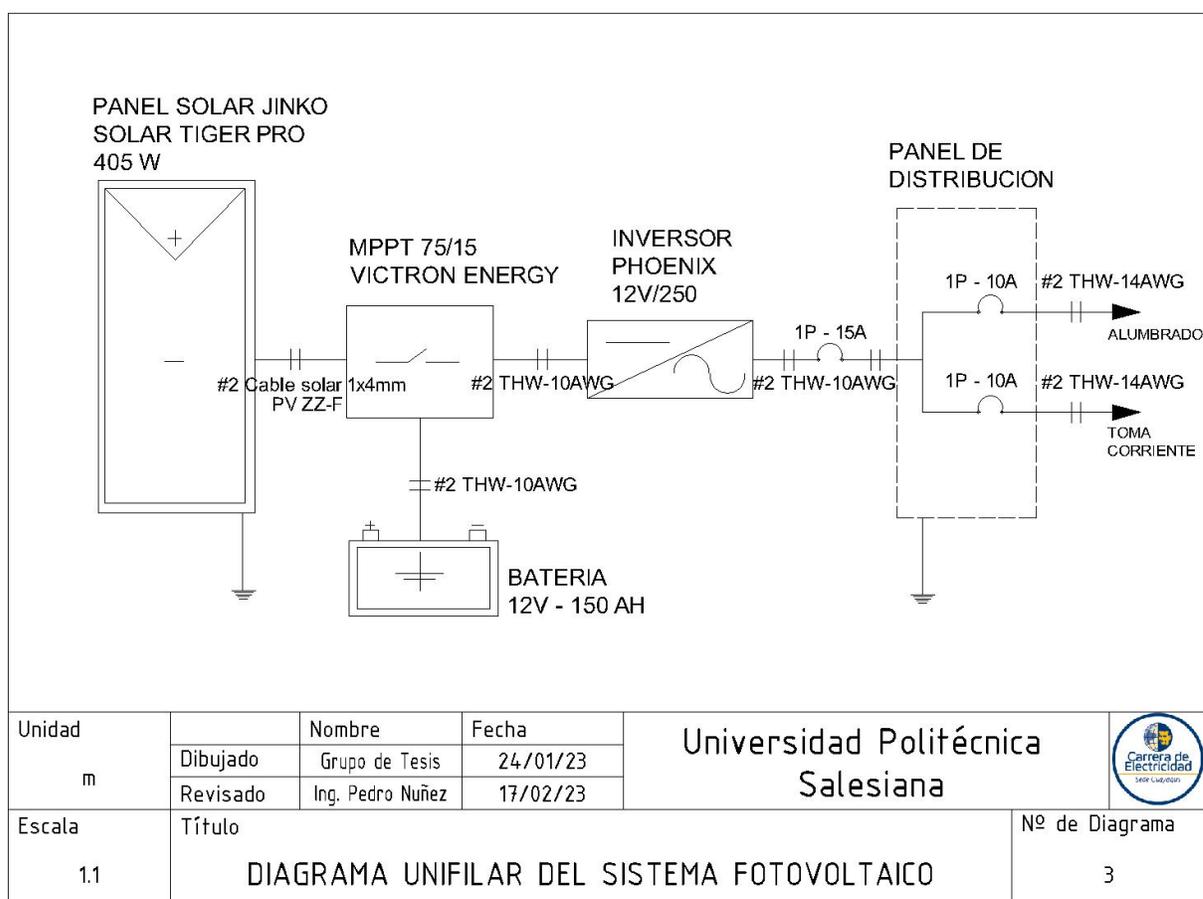
La FIGURA 16, se observa el diagrama unifilar de la vivienda el cual mide 9 metros de ancho y 8 metros de largo y está distribuido por 4 ambientes: balcón., sala principal, dormitorio con cocina y terraza. En el tablero de distribución principal (TDP), se instalaron 2 breakers de 10 Amp, considerando los parámetros de seguridad para salvaguardar el panel. para el circuito de alumbrado instalamos 1 interruptor doble para la sala y dormitorio (I2) y un interruptor simple para el balcón (I1) y terraza (I3). Para el circuito de tomacorrientes, se instaló 2 tomacorrientes de 120Vac, están distribuidos en la sala principal (T1) y dormitorio con cocina (T2). En el apartado de tuberías y cableado fue empotrado con tubería PVC 1/2' con cable flexible #14 AWG, en el balcón vamos a encontrar un foco de 11w – led 6500k lúmenes que se conecta al interruptor I1 y va a su debido breaker en el tablero de distribución y en total se instaló 4 focos.



**FIGURA 16. Diagrama del Plano arquitectónico y eléctrico; Fuente: Autores**

### 5.13 DISEÑO UNIFILAR DEL SISTEMA SOLAR

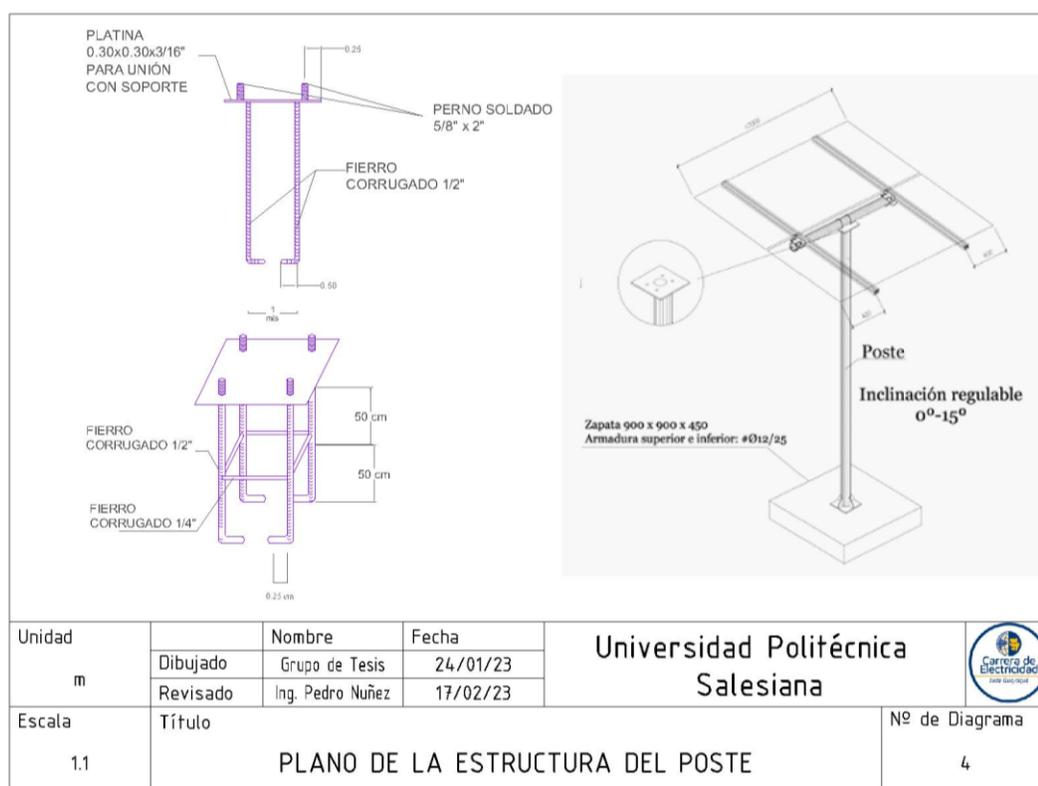
En la FIGURA 17, se observa el diagrama unifilar del sistema fotovoltaico compuesto por el panel solar jinko tiger pro de 405W que distribuye la energía eléctrica por el cable #2 solar 1x4mm tipo PV ZZ-F hacia el equipo del controlador MPPT 75/15 Victor energy, el cual se realiza las conexiones respectivas hacia los pines con la correcta polaridad positiva y negativa de la batería y el panel solar a su vez el inversor Phoenix 12v/250 va conectado en paralelo con la batería y se encarga de convertir el voltaje de corriente continua a corriente alterna. Para el panel de distribución principal, está dividido en 2 circuitos eléctricos. El 1er circuito de alumbrado está compuesto de un breaker de monopolar de 10 amperios y con un cable #2 thw de 14 awg y el 2do circuito de tomacorriente con un breaker monopolar de 10 amperios con cable #2 thw y de 14 awg, para distribuir la energía eléctrica en toda la vivienda.



**FIGURA 17. Diagrama unifilar del panel solar; Fuente: Autores**

### 5.14 PLANO DE LA ESTRUCTURA DEL POSTE

En la siguiente FIGURA 18, se observa el diagrama del poste que se encuentra a 23mts de distancia de la casa, la estructura del SFV tiene una malla a tierra llamado “Plinto”, este plinto se suelda a varillas 1/4’ para conectar la tierra del panel solar que se instaló para tener el equipo protegido esencial para el tipo de terreno en que se encuentra el sistema. La base del poste debe ser metálica con pernos autoperforantes para tener mayor sujeción al pilar, como se encuentra en un lugar abierto las rachas de viento son mayores y puede haber inestabilidad en el panel solar se amenoran si en la base se le refuerza con platinas triangulares soldadas al poste para tener la estructura fija. Se instaló agarraderas metálicas en la base del panel solar a 15° según lo calculado. El pilar está diseñado a 1,40 mts de altura y el poste ira a 1mts de largo dando un resultado de 2.40 mts de altura total con su estructura estará diseñada para soportar de 4 paneles a 5 paneles que estarán distribuidos para las casas aledañas.

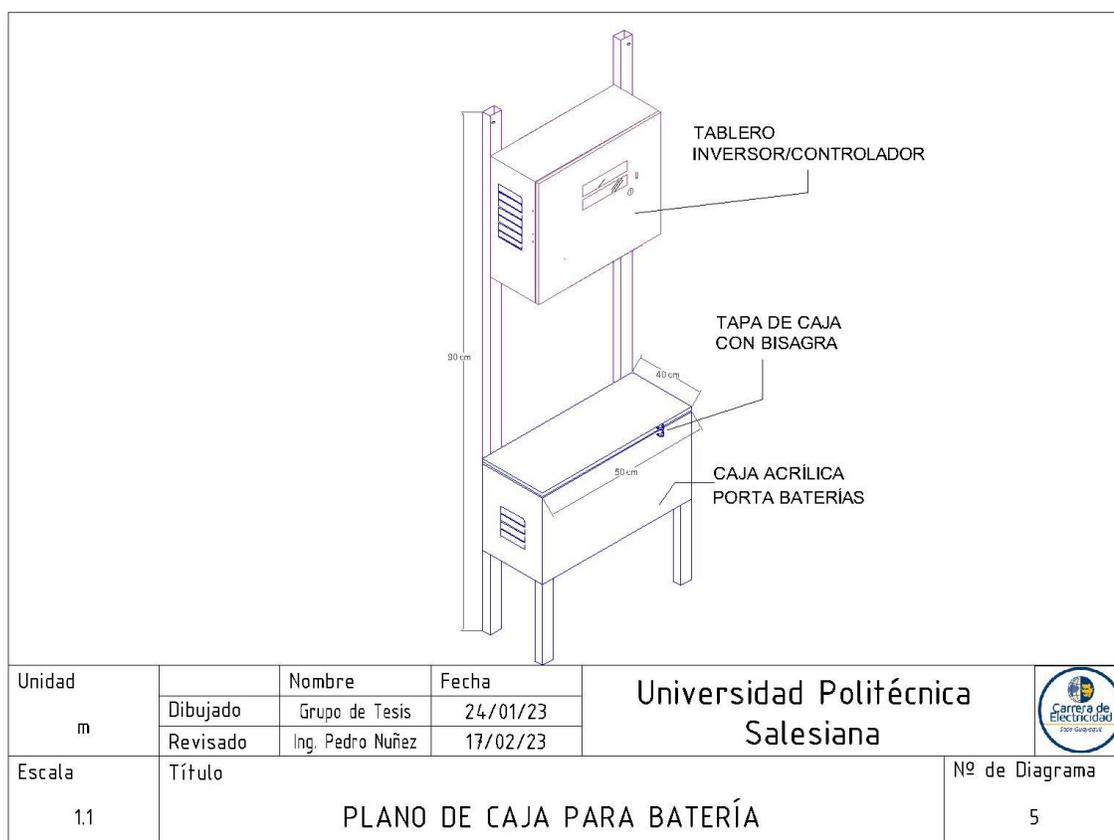


**FIGURA 18. Diagrama del poste; Fuente: Autores**

### 5.15 PLANO DE LA ESTRUCTURA DE LA CAJA DE BATERÍA

En la siguiente FIGURA 19, se realizó el montaje de una silla para colocar las baterías , inversor , controlador dentro de la vivienda ya que no cuentan con un lugar rígido que soporte tal peso que tienen las baterías ya que estas tienen ese diseño y peso por la durabilidad de potencia que entrega

Se implementó una caja de material acrílico o vinil para que proteja las baterías como medida de protección al momento de manipular el sistema y a su vez protegerla de la humedad, oxido, etc.

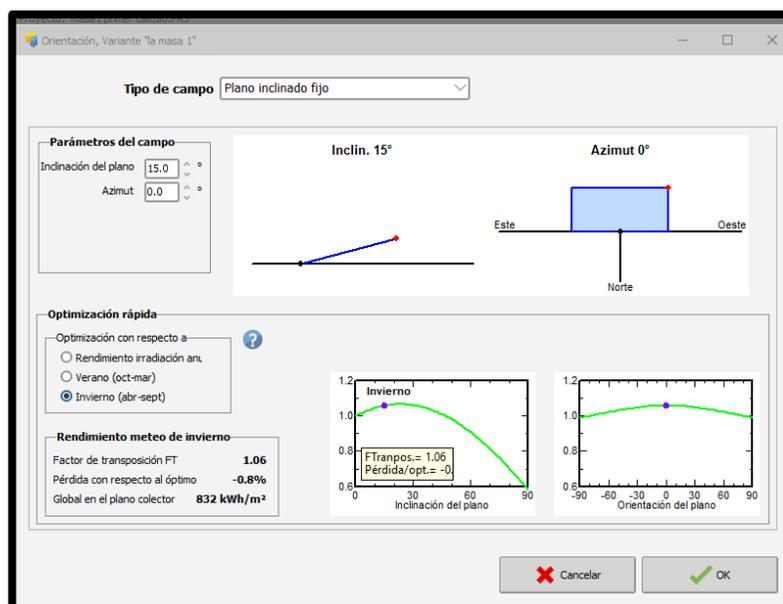


**FIGURA 19. Diagrama de caja para batería; Fuente: Autores**

## 6 RESULTADOS CON EL PROGRAMA PVSYS

Se recopiló los cálculos obtenidos por los diferentes elementos como lo es, el panel solar, controlador mppt , batería ,inversor .El informe que nos da el programa nos da una estimación de cuanto año de durabilidad tendrá el SFV.

El primer paso introducir los cálculos del grado de inclinación tomando en consideración el zimut y hsp (horas solar pico) de todo un año de irradiancia solar.



**FIGURA 20. Plano inclinado; Fuente: Autores**

### 6.1 SITIO GEOGRÁFICO

El segundo paso será introducir el sitio geográfico proporcionado por los diferentes datos de satélite que hay en el programa con esto podemos tener mejor precisión al calcular el HSP del sistema después agregamos la demanda de carga de la casa para confirmar la potencia que va a ser consumida por el sistema y no tener una sobrecarga. Para obtener a cuantos grados se debe instalar el panel fotovoltaico se debe tener en cuenta que la mejor irradiancia que puede recibir el equipo dependiendo en que parte geográfica se lo instale. Estando situados en Guayaquil-Ecuador su grado azimut es 0° si estuviéramos en el polo norte sería 90°, para esto hacemos un estudio todo el año con el programa Pvsyst que tiene información guardada sobre datos meteorológicos de diferentes fuentes.

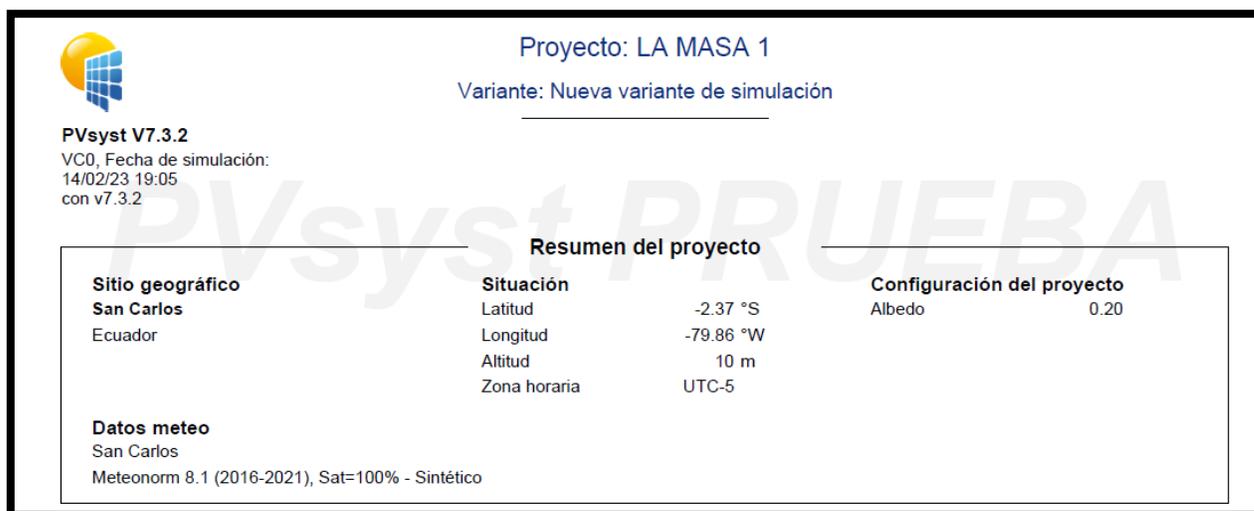


FIGURA 21. Proyecto la masa 1; Fuente: Autores

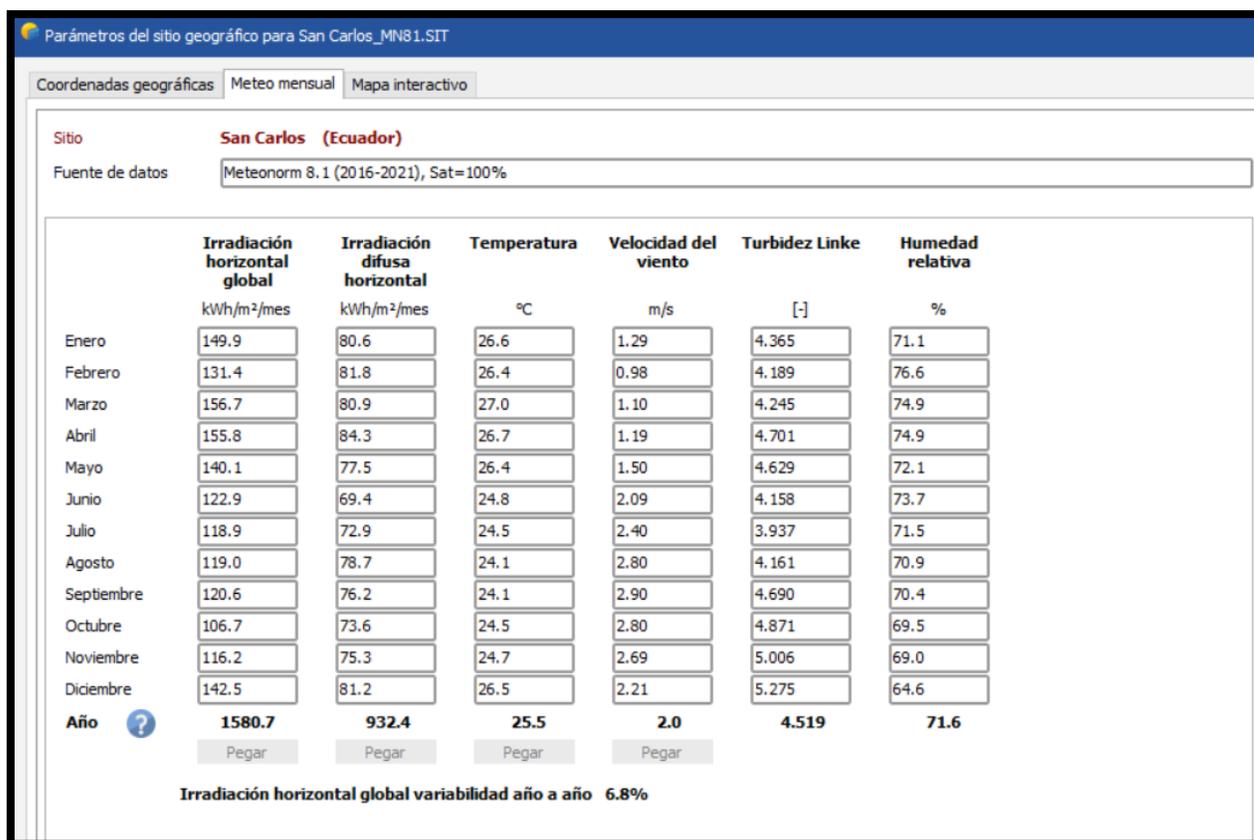


FIGURA 22. Irradiación anual 20121; Fuente: Autores

## 6.2 RESUMEN DEL SISTEMA Y RESULTADO

Como resumen del sistema con el programa PVSyst, se tiene un sistema independiente con baterías donde en la orientación del campo fotovoltaico tiene una inclinación de  $15^\circ$ , se muestra un promedio de las necesidades del usuario que da como resultado 0.6 kWh/día. En el sistema se tiene un módulo de generador FV con una Potencia nominal total de 405 Wp con 4 unidades de baterías con un voltaje de 24V y una capacidad de 300Ah.

En el resumen de resultados se obtuvo que la energía útil de origen solar anual es de 224.84 kWh/año sin energía faltante con una proporción rendimiento de 35.57% y fracción solar de sistema del 100%.

Resumen del sistema			
<b>Sistema independiente</b>		<b>Sistema independiente con baterías</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Plano fijo		Consumidores domésticos diarios	
Inclinación/Azmut	15 / 0 °	Constante durante el año	
		Promedio	0.6 kWh/Día
<b>Información del sistema</b>		<b>Paquete de baterías</b>	
<b>Generador FV</b>		Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, tubular
Núm. de módulos	1 unidad	Núm. de unidades	4 unidades
Pnom total	405 Wp	Voltaje	24 V
		Capacidad	300 Ah

Resumen de resultados			
Useful energy from solar	224.84 kWh/año	Producción específica	555 kWh/kWp/año
Energía faltante	0.00 kWh/año	Energía disponible	536.20 kWh/año
Exceso (sin usar)	286.79 kWh/año	Proporción rend. PR	35.57 %
		Fracción solar (SF)	100.00 %

**FIGURA 23. Resumen; Fuente: Autores**

### 6.3 CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Se introdujo los datos del panel solar, el controlador mppt, inversor y batería. Dado que la energía que producen los paneles fotovoltaicos depende de varios factores como la radiación solar, la condición atmosférica a la que se expone el equipo, los diferentes dispositivos del sistema tienen diferentes pérdidas, por lo que, en tales casos, el factor de generación de energía es del 90%.

A continuación, en la FIGURA 24 se observa las características del generador FV:

Características del generador FV			
<b>Módulo FV</b>		<b>Batería</b>	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	JKM405M-72H	Modelo	Dural SC
(Base de datos PVsyst original)			
Unidad Nom. Potencia	405 Wp	Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, tubular
Número de módulos FV	1 unidad	Núm. de unidades	2 en paralelo x 2 en series
Nominal (STC)	405 Wp	Descarga mín. SOC	20.0 %
Módulos	1 Cadena x 1 En series	Energía almacenada	5.8 kWh
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		<b>Características del paquete de baterías</b>	
Pmpp	370 Wp	Voltaje	24 V
U mpp	37 V	Capacidad nominal	300 Ah (C10)
I mpp	9.9 A	Temperatura	Fijo 20 °C
<b>Controlador</b>		<b>Control de gestión de la batería</b>	
Fabricante	Generic	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/15 24V	Cargando	26.9 / 25.1 V
Tecnología	Convertidor MPPT	SOC corresp.	0.92 / 0.75
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	Descarga	23.6 / 24.4 V
<b>Convertidor</b>		SOC corresp.	0.19 / 0.45
Eficiencias máxi y EURO	98.0 / 96.0 %		
<b>Potencia FV total</b>			
Nominal (STC)	0.405 kWp		
Total	1 módulos		
Área del módulo	2.0 m <sup>2</sup>		
Área celular	1.8 m <sup>2</sup>		

**FIGURA 24. Características del generador; Fuente: Autores**

## 6.4 PÉRDIDAS DEL CONJUNTO

En el programa PVsyst se tienen varios factores de pérdidas cómo: térmica, calidad de módulo, cableado CC, desajuste de módulo, diodos serie, desajuste de cadenas e IAM (Efecto de incidencia). Que en la FIGURA 25 se observa los datos obtenidos:

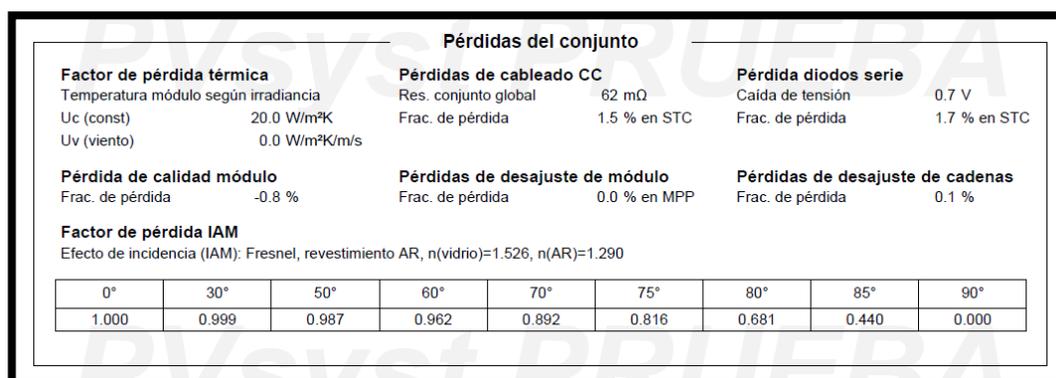


FIGURA 25. Pérdidas del sistema FV; Fuente: Autores

## 6.5 NECESIDADES DETALLADAS DE LA VIVIENDA

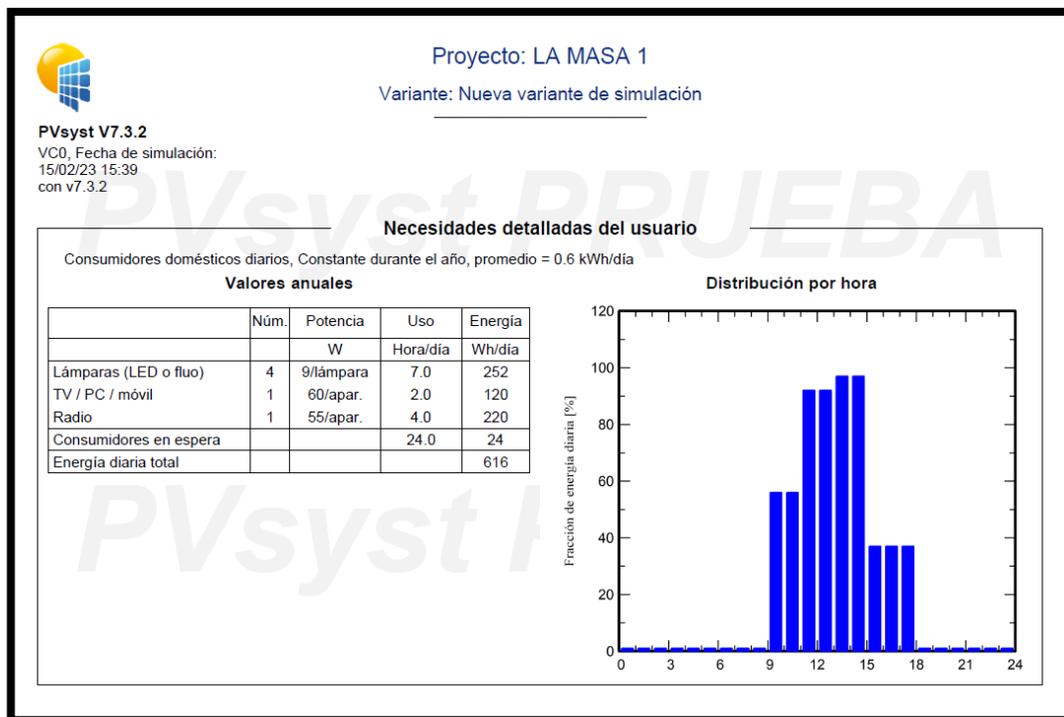


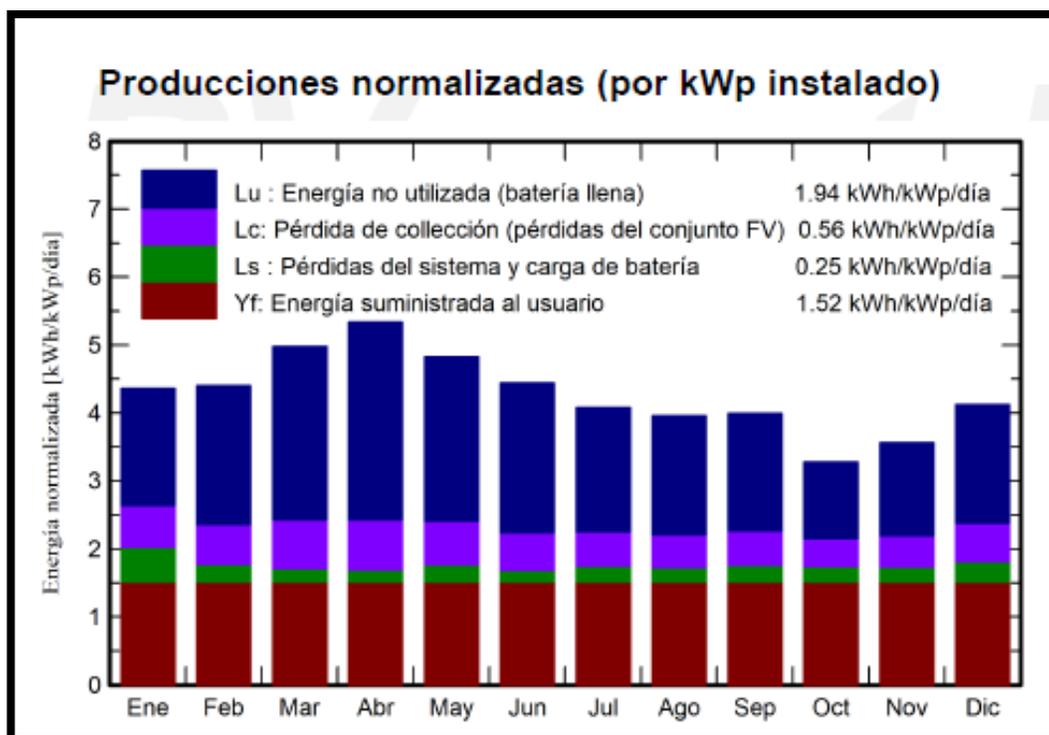
FIGURA 26. Dimensionamiento de consumo; Fuente: Autores

## 6.6 RESULTADOS PRINCIPALES

Resultados principales			
<b>Producción del sistema</b>			
Useful energy from solar	224.84 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	35.57 %
Energía disponible	536.20 kWh/año	Fracción solar (SF)	100.00 %
Exceso (sin usar)	286.79 kWh/año		
<b>Pérdida de carga</b>			
Fracción de tiempo	0.0 %	<b>Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)</b>	
Energía faltante	0.00 kWh/año	Ciclos SOW	97.7 %
		SOW estático	90.0 %
		Duración de vida de batería	10.0 años

*FIGURA 27. Resultado principal; Fuente: Autores*

## 6.7 PRODUCCIONES NORMALIZADAS POR KWP INSTALADO



*FIGURA 28. Estadística de energía en el sistema FV; Fuente: Autores*

## 6.8 PROPORCIÓN DE RENDIMIENTO (PR)

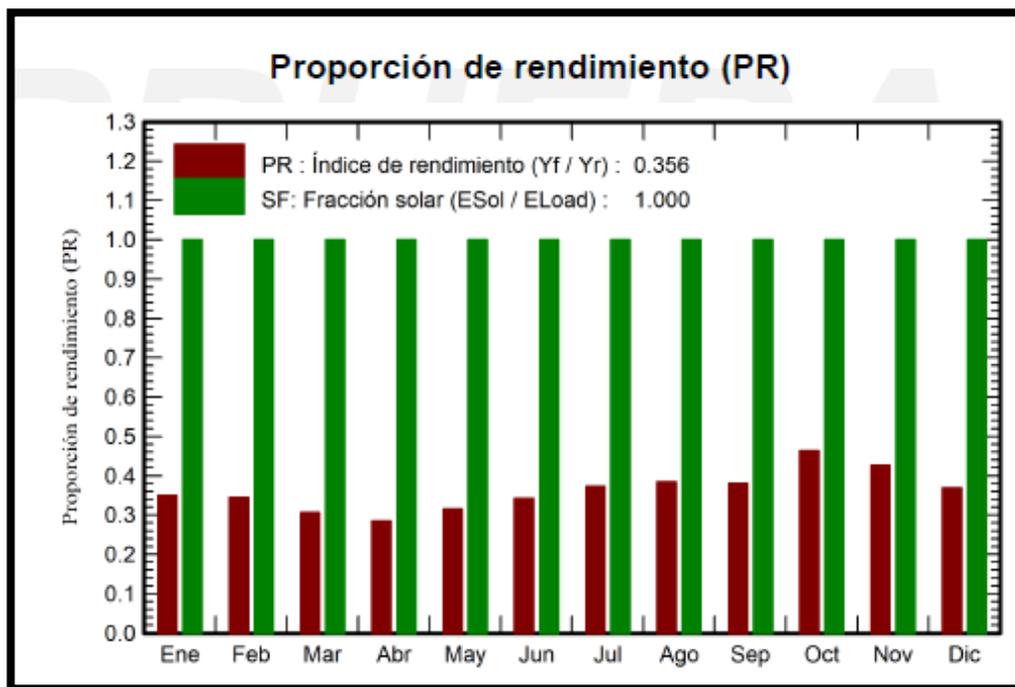


FIGURA 29. Estadística de rendimiento solar; Fuente: Autores

## 6.9 BALANCES Y RESULTADOS PRINCIPALES

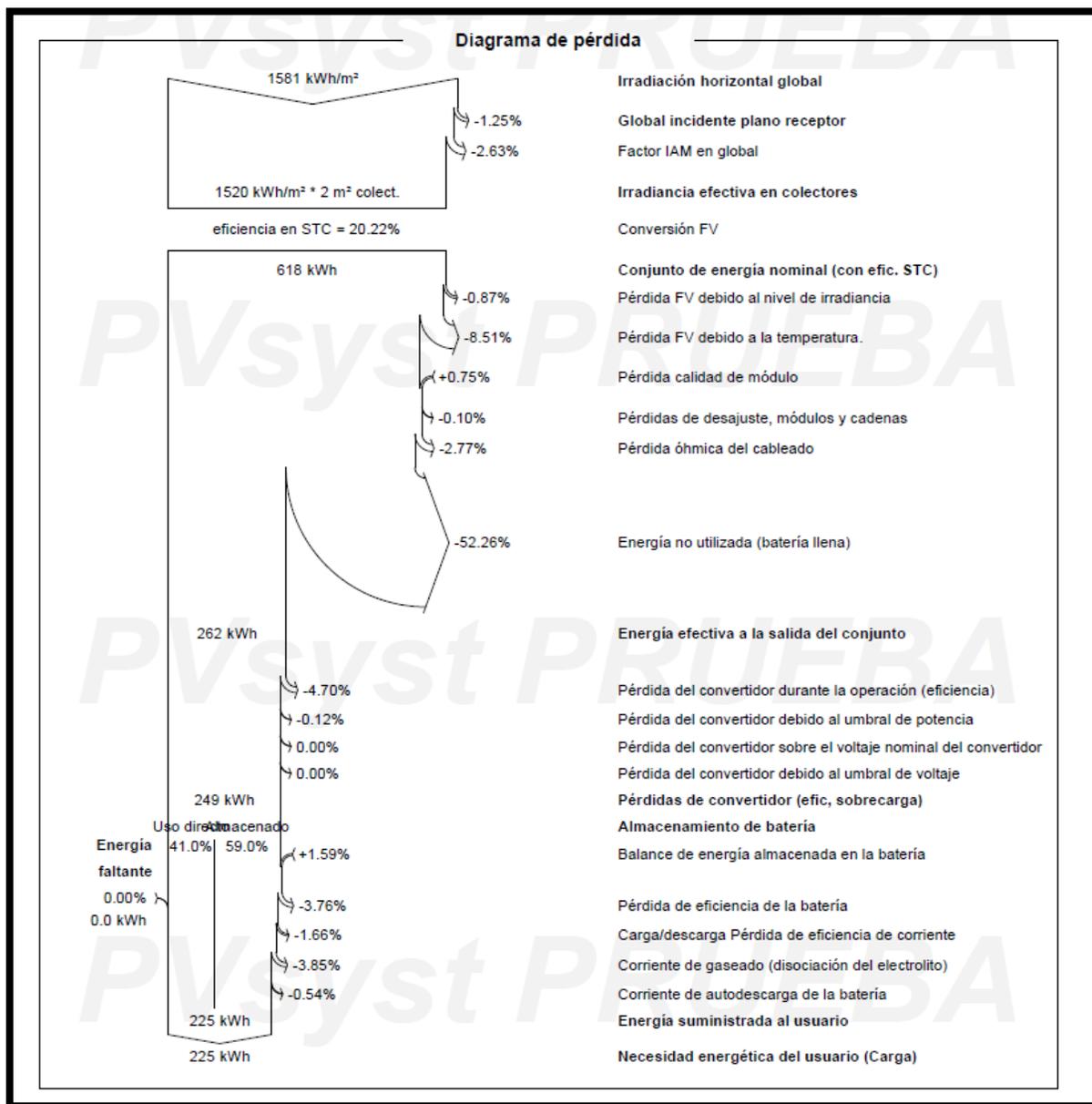
Balances y resultados principales								
	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	proporción
Enero	149.9	130.6	45.98	21.52	0.000	19.10	19.10	1.000
Febrero	131.4	119.8	42.44	23.13	0.000	17.25	17.25	1.000
Marzo	156.7	150.6	52.51	31.89	0.000	19.10	19.10	1.000
Abril	155.8	156.7	55.12	35.22	0.000	18.48	18.48	1.000
Mayo	140.1	146.2	51.54	30.20	0.000	19.10	19.10	1.000
Junio	122.9	130.3	46.26	26.66	0.000	18.48	18.48	1.000
Julio	118.9	123.6	43.81	22.89	0.000	19.10	19.10	1.000
Agosto	119.0	119.7	42.53	21.89	0.000	19.10	19.10	1.000
Septiembre	120.6	116.6	41.35	20.97	0.000	18.48	18.48	1.000
Octubre	106.7	98.6	34.61	14.04	0.000	19.10	19.10	1.000
Noviembre	116.2	103.6	36.54	16.59	0.000	18.48	18.48	1.000
Diciembre	142.5	123.6	43.52	21.78	0.000	19.10	19.10	1.000
Año	1580.7	1519.8	536.20	286.79	0.000	224.84	224.84	1.000

**Leyendas**

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		

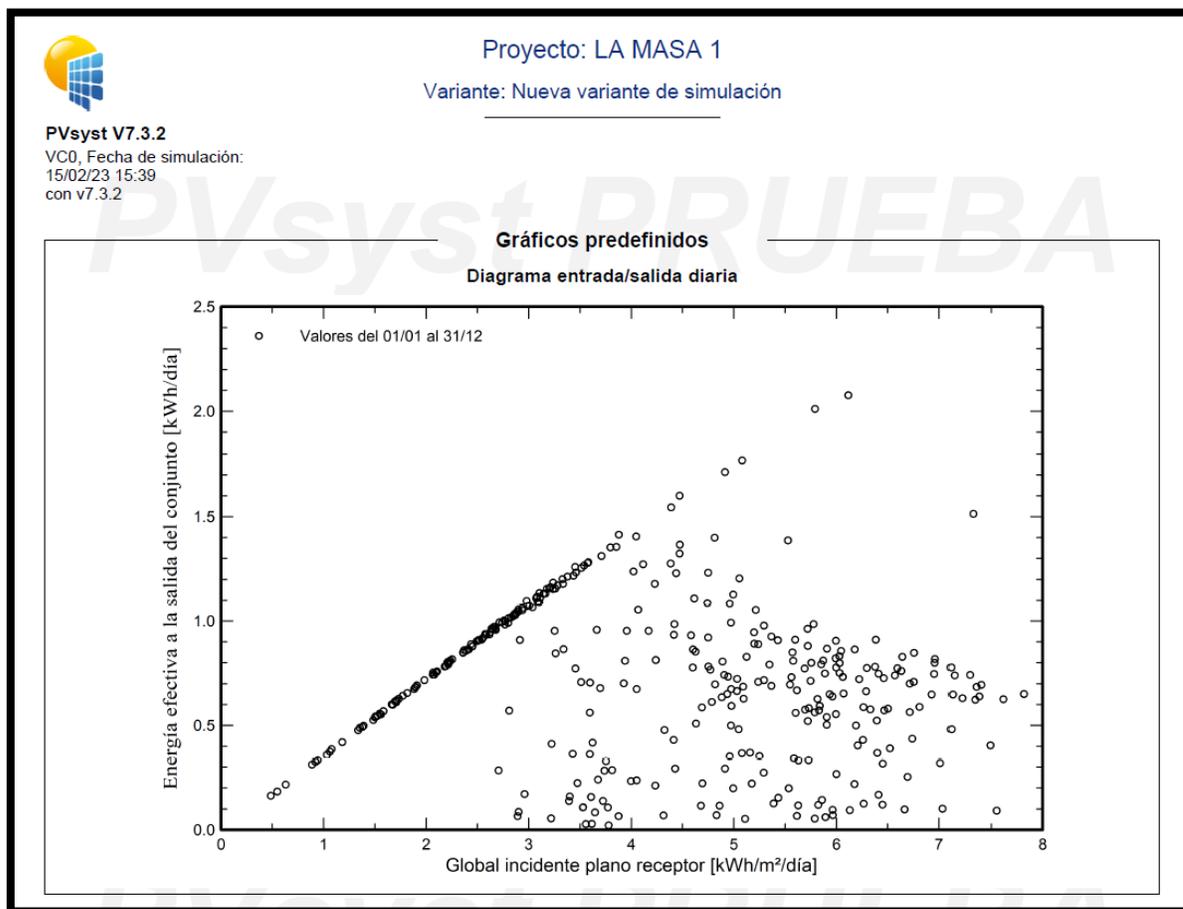
FIGURA 30. Tabla de resultados generales; Fuente: Autores

## 6.10 DIAGRAMA DE PÉRDIDA



**FIGURA 31. Diagrama de pérdidas en el sistema FV; Fuente: Autores**

## 6.11 GRÁFICA DE ENERGÍA EFECTIVA VS GLOBAL INCIDENTE RECEPTOR



**FIGURA 32.** Gráfico del plano receptor solar; Fuente: Autores

## 7 CRONOGRAMA.

	tarea						
1			<b>PROYECTO-MASA 1</b>	<b>208 días</b>	<b>mié 18/5/22</b>	<b>vie 3/3/23</b>	
2			<b>FASE 1</b>	<b>14 días</b>	<b>vie 20/5/22</b>	<b>mié 8/6/22</b>	
3			SONDEO DE HABITANTES	1 día	vie 20/5/22	vie 20/5/22	
4			VIAJE A COMUNA	1 día	sáb 21/5/22	sáb 21/5/22	3
5			Levantamiento de información	9 días	mar 24/5/22	vie 3/6/22	4
6			Mapa y boceto	1 día	lun 6/6/22	lun 6/6/22	5
7			Reunion con director carrera	1 día	mié 8/6/22	mié 8/6/22	
8			<b>FASE 2</b>	<b>175 días</b>	<b>sáb 2/7/22</b>	<b>vie 3/3/23</b>	
9			cotizaciones de paneles	23 días	sáb 2/7/22	mar 2/8/22	
10			cotizaciones de Base,Estructura	23 días	sáb 2/7/22	mar 2/8/22	
11			entrega de paneles solares	37 días	mié 31/8/22	jue 20/10/22	
12			compra materiales electricos	6 días	lun 10/10/22	lun 17/10/22	
13			traslado material en barco	1 día	sáb 15/10/22	sáb 15/10/22	
14			<b>FASE 3</b>	<b>95 días</b>	<b>sáb 22/10/22</b>	<b>vie 3/3/23</b>	
15			construccion de bases y estructura	7 días	sáb 22/10/22	sáb 29/10/22	
16			instalacion de paneles solares	7 días	sáb 5/11/22	sáb 12/11/22	
17			instalacion en casa	1 día	sáb 19/11/22	sáb 19/11/22	
18			inspeccion de funcionamiento	1 día	sáb 26/11/22	sáb 26/11/22	
19			revison por parte tutor	27 días	lun 28/11/22	mar 3/1/23	
20			correcciones finales	17 días	lun 9/1/23	mar 31/1/23	
21			revison tecnica	20 días	mié 1/2/23	mar 28/2/23	
22			sustentacion	1 día	vie 3/3/23	vie 3/3/23	

**FIGURA 33.** Plan de trabajo; Fuente: Autores

## 8 PRESUPUESTO

### 8.1 PRESUPUESTO ELÉCTRICO

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Panel Solar JinkoSolar JKM400M72H-V	\$ 187,64	\$ 187,64
1	Bateria 12V- 100H	\$ 233,82	\$ 233,82
1	Inversor VICTRON MPPT 12V	\$ 205,79	\$ 205,79
5	tomacorriente doble polarizado	\$ 0,68	\$ 3,40
35	metros cable 12 negro	\$ 0,45	\$ 15,75
35	metros cable 12 blanco	\$ 0,45	\$ 15,75
40	metros cable 14 verde	\$ 0,30	\$ 12,00
5	caja rectangular	\$ 0,47	\$ 2,35
5	caja octagonal CON TAPA	\$ 0,68	\$ 3,40
5	roseton baquelita	\$ 0,45	\$ 2,25
3	interruptor sencillo	\$ 0,66	\$ 1,98
1	interruptor doble	\$ 1,00	\$ 1,00
15	Mts codo 1/2	\$ 0,07	\$ 1,05
25	conector pvc 1/2	\$ 0,23	\$ 5,75
0,5	kilo galvanizado (alambre)	\$ 1,50	\$ 0,75
1	breaker 15A – 1P	\$ 3,75	\$ 3,75
1	breaker 20A -1P	\$ 3,75	\$ 3,75
15	mts tubos 1/2 PVC	\$ 0,72	\$ 10,80
50	grapas de 1/2 y tornillos	\$ 0,06	\$ 3,00
3	Caja 4*4	\$ 0,99	\$ 2,97
3	tapa caja 4*4	\$ 0,48	\$ 1,44
1	panel monofásico	\$ 15,00	\$ 15,00
	<b>TOTAL</b>		\$ 733,39

*TABLA 9.Presupuesto Eléctrico; Fuente: Autores*

## 8.2 PRESUPUESTO OBRA CIVIL

PILARES	PRECIO. T	Cantidad	ESTRUCTURA y gabinete	PRECIO.U	PRECIO. T
10 Barilla de media	155	3	CORREAS 4X3	45	135
6 Barilla de 8	42	1	TUBO CUADRADO 4X3	110	110
6 tabla semidura	30	28	ANGULOS 40*4	19,5	546
5 tira de media	12,5	10	TUBO CUADRADO 4*1,5	17,5	175
5 clavos 2,5	6	5	BARILLA CUADRADA DE MEDIA	7	35
6 Alambre quemado	6	1,5	PINTURA ANTICORROSIVA	17	25,5
4 Arena	48	10	DISCO DE CORTE DE 7"	2,5	25
4 Piedra 3/5	57,6	2	DISCO DE PULIR DE 7"	3,5	7
9 Ripio	75,42	1,5	SOLDADURA AGA	30	45
16 cemento	134,08	2	DISLUYENTE	8	16
1 Secante	15	4	PLANCHA	42	168
	581,6				1287,5
Maestro	600			MAESTRO	900

PANELES SOLARES			
CANTIDAD	PANELES	TOTAL	(opcion) total otro
5	PANELES DE 250W	3250	4900
	GASTO DE cable solar 10# - placa	1200	

**FIGURA 34. Presupuesto Civil; Fuente: Autores**

## 9 CONCLUSIONES

- Se examinó todos los parámetros obtenidos en la comunidad “La Masa 1” para implementarlo en el diseño del sistema fotovoltaico.
- Se diseñó la demanda de carga de la vivienda utilizando los cálculos necesarios para insertarlos en el programa.
- Se instaló la parte eléctrica de la casa asignada, tanto alumbrado como tomacorrientes y la estructura para el panel solar.
- Con los equipos de medición se verificó que este correctamente instalado la parte de la iluminación y tomacorriente de la vivienda asignada

## 10 RECOMENDACIONES

- A los residentes de la vivienda se les dará una pequeña capacitación de cómo mantener los equipos en buen estado, para que sean conscientes de no sobrecargar el sistema fotovoltaico con electrodomésticos de alto consumo como lo son: parlantes, refrigeradoras grandes, bombas de agua.
- Es importante que el sistema fotovoltaico tenga un correcto mantenimiento de los equipos, se les dará instrucciones a los comuneros de como limpiar los paneles solares cada cierto tiempo para tener un correcto funcionamiento, así también con el cuidado de los diferentes controladores del sistema como lo es una ventilación en el sitio donde se va a instalar los equipos para no tener sobrecalentamiento y dañe el sistema.
- La presencia de un ambiente tropical genera humedad esto hace que exista oxido los terminales de las baterías se recomienda recubrir los terminales con antioxidante así podemos prevenir y que la garantía de durabilidad del equipo se extienda a través de los años, también nos libramos de tener falsos contactos y puntos calientes en el sistema eléctrico. Otro factor clave es mantener la vida útil de los equipos no desarmándolos e instalar conexiones ajenas al sistema ya que se perderá la garantía.
- Se recomienda hacer visitas periódicas a la comunidad “La Masa 1” para verificar y capacitar a los moradores y concientizarlos de la vida útil de los equipos instalados con el fin de mantener una buena comunicación con ellos y superar cualquier anomalía en el sistema instalados.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. A. Aguirre Coello and H. D. Alarcón Loor, *Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de ingeniero electrónico*. 2015. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10427/1/UPS-GT001502.pdf>
- [2] M. Peñafiel, A. Joel, G. Bravo, and D. Andrés, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA DE ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICOS APLICADOS AL ÁREA RESIDENCIAL EN UN SECTOR COSTERO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS , ECUADOR Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Gu,” 2022.
- [3] G. Vicente Salgado Andrade, W. Ruiz Buchelli, and Universidad de Posgrados, “Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas.,” *Revista EIA, ISSN 1794-1237*, vol. Volumen 17, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10070>
- [4] C. Briones and V. Hugo, “Implementación de un sistema fotovoltaico para abastecer de energía a un sector rural del golfo de Guayaquil mediante el análisis de carga y simulación por software,” 2022.
- [5] “Conoce los beneficios de tener paneles solares - Blog.” <https://www.tiendaiusa.com/blog/post/conoce-los-beneficios-de-tener-paneles-solares> (accessed Jan. 22, 2023).
- [6] “Comuna Masa 1 - Google Maps.” <https://www.google.com/maps/place/Comuna+Masa+1/@-2.3682991,-79.8646193,15.46z/data=!4m10!1m2!2m1!1sSociedad+de+viviendas!3m6!1s0x902d631b2fb54cb5:0xa8ed7cdff8b6ba1!8m2!3d-2.3676471!4d-79.8568824!15sChVTb2NpZWRhZCBkZSB2aXZpZW5kYXOSAQ9ob3VzaW5nX3NvY2lldHngAQA!16s%2Fg%2F11t1rt6f0g?hl=es> (accessed Jan. 22, 2023).
- [7] M. Aguirre and X. Stalin, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA REMOTAS Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico AUTORES : Xavier Stalin Martínez Aguirre Darwin Teófilo Tubón Narvay DIRECTOR DE TESIS P,” 2022.
- [8] “Energías renovables: ¿Qué son y para qué sirven?” <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables> (accessed Aug. 29, 2022).
- [9] W. Silva, “Orçamento Sistema Solar Fotovoltaico,” p. 99912, 2018.
- [10] M. Michael, Martínez;Alberto, *Diseño E Implementación De Un Sistema Fotovoltaico Para El Suministro De Energía Eléctrica En Vivienda En Zona Rural Donde No Llega El Tendido Eléctrico Situado En El Golfo De Guayaquil - Comunidad Masa 2*. 2022.

- [11] “ENERGÍA SOLAR: FUNCIONAMIENTO DE PANELES SOLARES - Rising Sun Chile.” <https://risingsunchile.cl/energia-solar-funcionamiento-de-paneles-solares/> (accessed Jan. 22, 2023).
- [12] MEGAN SAMIRA MALDONADO RAMÍREZ and DUSTIN SEBASTIAN VELASTEGUI ALMEIDA, *Implementación De Un Sistema Fotovoltaico Para Residencias, En La Comuna Masa 2*. 2022.
- [13] Ecoinventos, “Sistemas fotovoltaicos Off-grid (aislados): todo lo que debes saber.” [https://ecoinventos.com/sistema-fotovoltaico-off-grid/#Componentes\\_sistema\\_fotovoltaico\\_Off-grid](https://ecoinventos.com/sistema-fotovoltaico-off-grid/#Componentes_sistema_fotovoltaico_Off-grid) (accessed Jan. 03, 2023).
- [14] “INVERSOR SOLAR. De los Paneles Solares a la Corriente Alterna | Diariodeciencias.com.ar.” <http://www.diariodeciencias.com.ar/inversor-solar-de-los-paneles-solares-a-la-corriente-alterna/> (accessed Jan. 22, 2023).
- [15] “Regulador de Carga Solar: Calculos, Tipos, Funciones.” <https://www.areatecnologia.com/electricidad/regulador-de-carga-solar.html> (accessed Jan. 22, 2023).
- [16] “Cual debe ser el mantenimiento de una batería solar? - Damia Solar Electrosol Energia S.L.” [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/mantenimiento-de-una-bateria-solar\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/mantenimiento-de-una-bateria-solar_1) (accessed Jan. 22, 2023).
- [17] “Energía del fotón | PVEducation.” <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/energ%C3%ADa-del-fot%C3%B3n> (accessed Feb. 12, 2023).
- [18] “Espectro de irradiación | PVEducation.” <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/espectro-de-irradiación> (accessed Feb. 12, 2023).
- [19] “6.4 The Solar Spectrum | METEO 300: Fundamentals of Atmospheric Science.” <https://www.e-education.psu.edu/meteo300/node/683> (accessed Feb. 12, 2023).
- [20] “Efecto fotoeléctrico (artículo) | Khan Academy.” <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/photoelectric-effect> (accessed Feb. 12, 2023).
- [21] “6.2 Efecto fotoeléctrico - Física universitaria volumen 3 | OpenStax.” <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-3/pages/6-2-efecto-fotoelectrico> (accessed Feb. 12, 2023).
- [22] “Sistemas solares fotovoltaicos: Tipos y características.” <https://www.monsolar.com/blog/tipos-sistemas-solares-fotovoltaicos/> (accessed Aug. 29, 2022).

- [23] “¿Que es un sistema solar ON GRID? - Solartik | Energía Solar Renovable.” <https://solartik.ar/que-es-un-sistema-solar-on-grid/> (accessed Jan. 22, 2023).
- [24] “¿Que es un sistema solar OFF GRID? - Solartik | Energía Solar Renovable.” <https://solartik.ar/que-es-un-sistema-solar-off-grid/> (accessed Jan. 22, 2023).
- [25] C. Energético, “¿Cual es la duración de las placas solares? - Vida útil de un panel solar.” <https://www.cambioenergetico.com/blog/duracion-placa-solar/> (accessed Jan. 03, 2023).
- [26] U. Nations, “La promesa de la energía solar: Estrategia energética para reducir las emisiones de carbono en el siglo XXI | Naciones Unidas”.
- [27] INEC, “Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables ESTADÍSTICA ANUAL Y MULTIANUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO,” Ecuador, 2021. Accessed: Dec. 13, 2022. [Online]. Available: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/infografia-glosario-de-definiciones-y-acronimos-contenidos-en-la-normativa-del-sector-electrico-ecuadoriano/>
- [28] “Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables – ARC.” <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/> (accessed Jan. 22, 2023).
- [29] “Panel Solar Fotovoltaico Jinko Solar Tiger Pro JKM405M-54HL4.” <https://www.renova-energia.com/productos/panel-solar-jinko-solar-tiger-pro-jkm405m-54hl4/> (accessed Feb. 16, 2023).
- [30] “Inversor Victron Energy Phoenix Inverter 24/250 120V.” <https://www.renova-energia.com/productos/250-120v-1-ve-direct-nema-5-15r/> (accessed Feb. 16, 2023).
- [31] “SmartSolar MPPT 75/10, 75/15, 100/15 y 100/20 - Victron Energy.” <https://www.victronenergy.com/es/solar-charge-controllers/smartsolar-mppt-75-10-75-15-100-15-100-20#pd-nav-image> (accessed Feb. 16, 2023).
- [32] “BATERIA 12V 150AH Fuli Battery.” <https://www.amvarworld.com/es/baterias-12v-150ah-gel-ag/916-bateria-12v-150ah-fuli-battery.html> (accessed Feb. 16, 2023).
- [33] “POWER | Data Access Viewer.” <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (accessed Feb. 17, 2023).
- [34] S. E. Introducci, “Energía Solar Fotovoltaica”.

## 12 ANEXOS

www.jinkosolar.com

## Tiger Pro 54HC

### 395-415 Watt

#### MONO-FACIAL MODULE

**P-Type**

Positive power tolerance of 0~+3%

---

IEC61215(2016), IEC61730(2016)  
 ISO9001:2015: Quality Management System  
 ISO14001:2015: Environment Management System  
 ISO45001:2018  
 Occupational health and safety management systems

→ MBB HC Technology

### Key Features

**Multi Busbar Technology**  
 Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.

**Durability Against Extreme Environmental Conditions**  
 High salt mist and ammonia resistance.

**Reduced Hot Spot Loss**  
 Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.

**Enhanced Mechanical Load**  
 Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

**PID Resistance**  
 Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

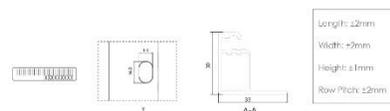
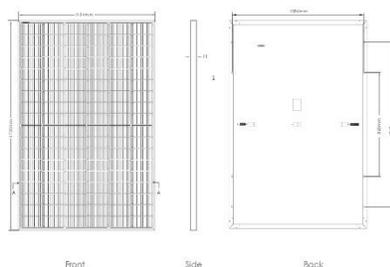
**15** Year Product Warranty

**25** Year Linear Power Warranty

**0.55%** Annual Degradation Over 25 years

*Anexo 1. Ficha Técnica del panel solar 1.1*

### Engineering Drawings

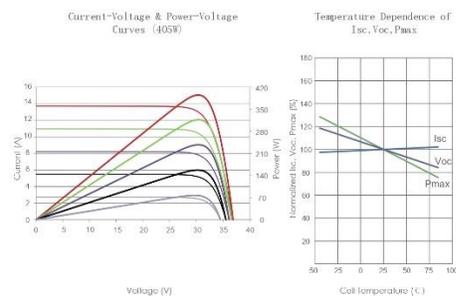


### Packaging Configuration

[ Two pallets = One stack ]

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 936pcs/ 40'HQ Container

### Electrical Performance & Temperature Dependence



### Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	108 (2x54)
Dimensions	1722×1134×30mm (67.80×44.65×1.18 inch)
Weight	22.0 kg (48.50 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM395M-54HL4		JKM400M-54HL4		JKM405M-54HL4		JKM410M-54HL4		JKM415M-54HL4	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	395Wp	294Wp	400Wp	298Wp	405Wp	301Wp	410Wp	305Wp	415Wp	309Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.32V	28.26V	30.42V	28.42V	30.52V	28.56V	30.62V	28.72V	30.79V	28.88V
Maximum Power Current (Imp)	13.03A	10.40A	13.15A	10.47A	13.27A	10.55A	13.39A	10.62A	13.48A	10.69A
Open-circuit Voltage (Voc)	36.90V	34.83V	36.98V	34.90V	37.06V	34.98V	37.14V	35.05V	37.31V	35.21V
Short-circuit Current (Isc)	13.71A	11.07A	13.78A	11.13A	13.85A	11.19A	13.92A	11.24A	14.01A	11.32A
Module Efficiency STC (%)	20.23%		20.48%		20.74%		21.00%		21.25%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°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/m<sup>2</sup> 🏠 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5  
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> 🏠 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.  
 Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM395-415M-54HL4-(V)-F2.1-EN

## Anexo 2. Ficha Técnica del panel solar 1.2

## Inversores Phoenix

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

[www.victronenergy.com](http://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 – 245 V
- 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: 15 W). 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 tomas de corriente distintas

Schuko



UK



AU/NZ



IEC-320  
(enchufe incluido)



Nema 5-15R



### Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

GFCI



	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250 VA	375 VA	500 VA	800 VA	1200 VA
Potencia cont. a 25°C/40°C		200/175 W	300/260 W	400/350 W	650/560 W	1000/850 W
Pico de potencia		400 W	700 W	900 W	1500 W	2200 W
Tensión/frecuencia CA de salida (ajustable)	230 VCA o 120 VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1 %					
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17/18,4 - 34,0/36,8 - 62,0 V					
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3/18,6/37,2 V					
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver <a href="https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phenix-inverters-dynamic-cutoff</a>					
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)						
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	10,9/21,8/43,6 V					
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0/28,0/56,0 V					
Eficacia máx.	87/88/88 %	89/89/90 %	90/90/91 %	90/90/91 %	91/91/92 %	91/91/92 %
Consumo en vacío	4,2/5,2/7,9 W	5,6/6,1/8,5 W	6/6,5/9 W	6/6,5/9 W	6,5/7/9,5 W	7/8/10 W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)	0,8/1,3/2,5 W	0,9/1,4/2,6 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W
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 %					
<b>CARCASA</b>						
Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)					
Conexión de la batería	Bornes de tornillo					
Sección de cable máxima:	10 mm <sup>2</sup> /AWG8	10 mm <sup>2</sup> /AWG8	10 mm <sup>2</sup> /AWG8	25/10/10 mm <sup>2</sup> / AWG4/8/8	35/25/25 mm <sup>2</sup> / AWG 2/4/4	
Tomas de corriente CA estándar	230 V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120 V: Nema 5-15R, GFCI					
Tipo de protección	IP 21					
Peso	2,4 kg/5,3 lbs	3,0 kg/6,6 lbs	3,9 kg/8,5 lbs	5,5 kg/12 lbs	7,4 kg/16,3 lbs	
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 (Modelo 12 V: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (Modelo 12 V: 117 x 232 x 362)	
<b>ACCESORIOS</b>						
On/Off remoto	Sí					
Conmutador de transferencia automático	Filax					
<b>ESTÁNDARES</b>						
Seguridad	EN-IEC 60335-1/EN-IEC 62109-1/UL 458 (3)					
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) ondulación CC demasiado alta	3) UL 458 solo para inversores con toma de salida GFCI					



#### 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



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



#### 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.

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



## Anexo 4. Ficha Técnica del inversor 1.2

## Controladores de carga BlueSolar MPPT 75/10, 75/15, 100/15, 100/20-48V



Controlador de carga solar  
MPPT 75/15



### Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT, por sus siglas en inglés).

Especialmente con cielos nubosos, 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 cuando llegue a una tensión preestablecida. También se puede optar por establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife. La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

Algunas cargas (especialmente los inversores) pueden conectarse directamente a la batería, y el control remoto del inversor a la salida de carga. Puede que se necesite un cable de interfaz especial; por favor, consulte el manual.

### BatteryLife: gestión inteligente de la batería

Cuando 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 "final 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

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

### Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

### Programación y opciones de visualización del historial y de datos en tiempo real

- ColorControl GX u otros dispositivos GX: consulte los documentos Venus en nuestro sitio web.
- Un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth: se necesita la mochila VE.Direct Bluetooth Smart.

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección auto)		12/24V		12/24/48V
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A	20A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	145W	220W	220W	290W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	290W	440W	440W	580W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	n.a.	n.a.	n.a.	1160W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	13A	15A	15A	20A
Desconexión automática de la carga		Sí		
Tensión máxima del circuito abierto FV		75V		100V
Eficiencia máxima		98%		
Autoconsumo				25 / 15 / 10 mA
Tensión de carga de "absorción"		12V: 25 mA    24V: 15 mA		1,44V / 28,8V / 57,6V (adj.)
Tensión de carga de "flotación"		13,8V / 27,6V (ajustable)		13,8V / 27,6V / 55,2V (adj.)
Algoritmo de carga		adaptativo multifase		
Compensación de temperatura		-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.		
Corriente de carga continua		15A		20A / 20A / 1A
Desconexión de carga por baja tensión		11,1V/22,2V/44,4V u 11,8V/23,6V/47,2V o algoritmo BatteryLife		
Reconexión de carga por baja tensión		13,1V/26,2V/52,4V o 14V/28V/56V o algoritmo BatteryLife		
Protección		Cortocircuito de salida / Sobretemperatura		
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 libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)		
<b>CARCASA</b>				
Color		Azul (RAL 5012)		
Terminales de conexión		6 mm <sup>2</sup> / AWG10		
Grado de protección		IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)		
Peso		0,5 kg	0,6 kg	0,65 kg
Dimensiones (al x an x p)		100 x 113 x 40 mm	100 x 113 x 50 mm	100 x 113 x 60 mm
<b>NORMATIVAS</b>				
Seguridad		EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.				
1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador.				
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.				
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.				

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
**SALESIANA**  
ECUADOR



Sede: GUAYAQUIL Campus CENTENARIO Fecha: 28/01/2023

Carrera: ELECTRICIDAD Asunto: Proyecto de grado "ENERGIA SOLAR"

Nombre ESTUDIANTE1 CI:  
Nombre ESTUDIANTE2 CI:

Representante de hogar:  
Destinatario: **ING Gary Omar Ampuño Muñoz**

Saludos cordiales estimad@, por el presente documento realizamos la gestión y afirmación en cada avance que se realizaran para el proyecto de La Masa 1 con un mejor provenir en la comunidad.

yo Jorge Ferruzola zuniga acepto que se ha cumplido con la instalación eléctrica de mi vivienda y base construida para el montaje de los paneles fotovoltaicos. La investigación realizada en la vivienda \_\_\_\_\_ con fines implementación sobre el proyecto de energíasolar.

Quedaría agradecido con su ayuda y su plena confianza al momento de realizar mejoras en sus viviendas-

Jorge Ferruzola Zuniga

REPRESENTANTE DE VIVIENDA ESTUDIANTE ENCARGADO

Anexo 6. Carta de Compromiso del proyecto técnico



*Anexo 7. Vivienda donde se realizó el proyecto técnico*



*Anexo 8. Capacitación a los residentes de la comuna La Masa 1*



*Anexo 9. Equipos de seguridad para el transporte fluvial*



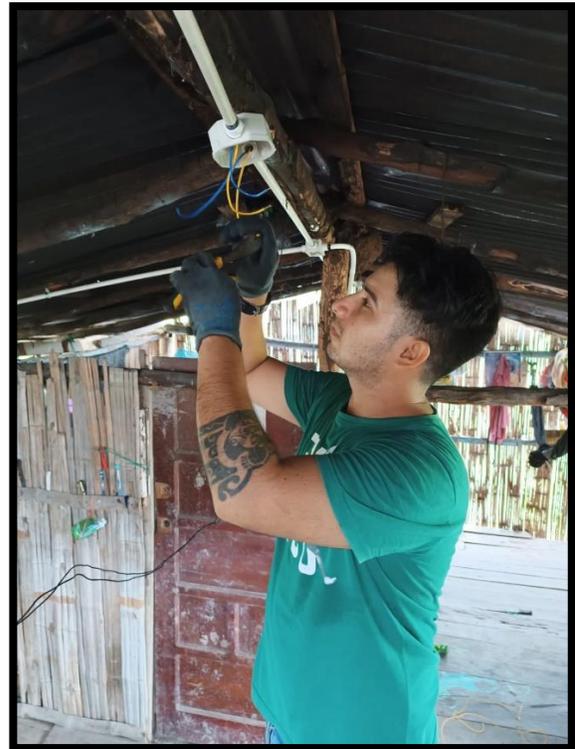
*Anexo 10. Materiales para construcción de pilar*



*Anexo 11. Estructura “Plinto” del pilar*



*Anexo 12. Distribución de materiales eléctricos*



*Anexo 13. Instalaciones eléctricas*



*Anexo 14. Colocación de caja para interruptores*



*Anexo 15. Construcción de base para baterías*



*Anexo 16. Fundadoras de la comuna La Masa 1*