



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES
(FOTOVOLTAICO) PARA MORADORES DE ZONA RURAL EN GOLFO DE
GUAYAQUIL

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO ELÉCTRICO

AUTORES:

Avilés Chancay Jorge Alex

Pichardo Duarte José Miguel

TUTOR: Ing. Pedro Osvel Núñez Izaguirre MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **AVILÉS CHANCAY JORGE ALEX** y **PICHARDO DUARTE JOSÉ MIGUEL** autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, julio del 2022



Avilés Chancay Jorge Alex

0950877787



Pichardo Duarte José Miguel

0929686871

CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS

Nosotros, **AVILÉS CHANCAY JORGE ALEX**, con documento de identificación N° 0950877787 y **PICHARDO DUARTE JOSE MIGUEL**, con documento de identificación N° 092968687, manifestamos que cedemos a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado titulado "**DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES (FOTOVOLTAICO) PARA MORADORES DE ZONA RURAL EN GOLFO DE GUAYAQUIL**" mismo que 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.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, julio del 2022



Avilés Chancay Jorge Alex

0950877787



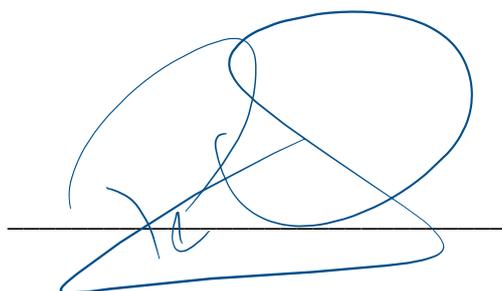
Pichardo Duarte José Miguel

0929686871

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR

Yo, **PEDRO OSVEL NÚÑEZ IZAGUIRRE**, con documento de identidad N° 0959927153, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "**DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES (FOTOVOLTAICO) PARA MORADORES DE ZONA RURAL EN GOLFO DE GUAYAQUIL**" realizado por **AVILÉS CHANCAY JORGE ALEX** con documento de identificación N° 0950877787 y **PICHARDO DUARTE JOSÉ MIGUEL** con documento de identificación N° 0929686871, 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, julio del 2022



MSc. Pedro Osvel Núñez Izaguirre, Ing.

0959927153

AGRADECIMIENTOS

Definitivamente mi agradecimiento primordial es para Dios, quien me ha permitido la vida para poder lograr esta nueva meta que me he propuesto que es prepararme como un profesional en mi carrera y así poder salir adelante como persona. Mi madre que sin lugar a duda también ha sido un pilar fundamental en este proceso dándome siempre su apoyo.

AVILÉS CHANCAY JORGE ALEX

Ante todo, agradecer a Dios por permitirme continuar con mis estudios ante toda situación. Que esta nueva etapa de mi vida me permita crecer como profesional y seguir avanzando en mi carrera. A mis padres y hermanos que siempre han estado para mí para apoyarme en todo momento además de ser mi pilar para poder finalizar mis estudios y dar lo mejor de mí cada día de mi vida.

PICHARDO DUARTE JOSÉ MIGUEL

DEDICATORIAS

Me gustaría dedicar mi trabajo de investigación a mi madre quien ha sido la persona que me ha regalado la vida y siempre ha estado constante e incondicionalmente ayudándome para que yo pueda salir adelante en mi carrera académica.

AVILÉS CHANCAY JORGE ALEX

Dedico esta investigación a mi familia por estar siempre a mi lado apoyándome a lo largo de mi vida universitaria y saberme guiar en todo incluyendo mi carrera. A mis amigos muy cercanos quienes me dieron aliento para seguir ante toda situación.

PICHARDO DUARTE JOSÉ MIGUEL

RESUMEN

El proyecto técnico de titulación "DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES (FOTOVOLTAICO) PARA MORADORES DE ZONA RURAL EN GOLFO DE GUAYAQUIL", nace de las diversas necesidades que tienen los habitantes de la comunidad masa 2, nuestro proyecto técnico fue desarrollado bajo diversas normativas como se observa en el ítem 6.4 y con las indicaciones previas en las hojas técnicas que se encuentran en el ítem 6.2, el proyecto fue enfocado a la vivienda de la familia Espinoza Bórquez que cuentan con una carga leve como son; 6 focos de iluminación, 1 TV y 1 tomacorriente, nuestros cálculos nos arrojan que ellos consumen alrededor de 1908 KWh al mes, con el diseño y posterior implementación del sistema solar FV aislado se logrará generar un valor superior al consumido mensualmente, para ello se verificó en el software de PVSYST con una simulación de los equipos que conforman el sistema solar FV y las diversas cargas que tiene la familia Espinoza Bórquez, tal como se ve en los resultados de los valores anuales el sistema alcanza una energía total diaria de 780 Wh, capaz de suplir la demanda de las diversas cargas de la familia. Dentro del informe de resultados arrojados por PVSYST se tiene que el índice de rendimiento cuenta con un valor de 0.484 Yf/Yr y un valor de fracción solar de 1.00 ESol/carga, dentro del diagrama de pérdida de carga durante todo el año se presenta una eficiencia en STC de 17.78% con eso se logra abastecer sin problemas las cargas de la familia Espinoza Bohórquez.

Palabras claves:

Diseño Fotovoltaico Aislado, Normativas, Hojas Técnicas, Software PVSYST, Rendimiento, Fracción Solar.

ABSTRACT

The technical titling project "DESIGN AND IMPLEMENT A RENEWABLE ENERGY SYSTEM (PHOTOVOLTAIC) FOR RURAL DWELLERS IN THE GULF OF GUAYAQUIL", arises from the diverse needs of the inhabitants of the masa 2 community, our technical project was developed under various regulations such as it is observed in item 6.4 and with the previous indications in the technical sheets found in item 6.2, the project was focused on the home of the Espinoza Bórquez family who have a light burden as they are; 6 lighting spotlights, 1 tv and 1 outlet, our calculations show us that they consume around 1908 KWh per month, with the design and subsequent implementation of the isolated PV solar system it will be possible to generate a value higher than that consumed monthly, for this it was verified in the PVSYST software with a simulation of the equipment that makes up the solar PV system and the various loads that the Espinoza Bórquez family has, as seen in the results of the annual values, the system reaches a total daily energy of 780 Wh, capable of supplying the demand of the various loads of the family. Within the results report produced by PVSYST, the performance index has a value of 0.484 Yf/Yr and a Solar Fraction value of 1.00 ESol/load, within the load loss diagram throughout the year, a efficiency in STC of 17.78% with that it is possible to supply the loads of the Espinoza Bórquez family without problems.

Keywords:

Isolated Photovoltaic Design, Regulations, Technical Sheets, PVSYST Software, Performance, Solar Fraction.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS	III
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
DEDICATORIAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
Palabras claves:.....	VII
ABSTRACT	VIII
Keywords:.....	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDO	IX
ÍNDICE DE ECUACIONES	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXI
GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	XXII
GLOSARIO DE SIMBOLOGÍA	XXV
GLOSARIO DE UNIDADES	XXVI

CAPÍTULO I.....	1
1. ESTUDIO PRELIMINAR	1
1.1 Tema del Proyecto de Titulación	1
1.2 Introducción	1
1.3 Descripción del Problema	2
1.4 Justificación Y delimitación	3
1.5 Grupo Beneficiario	5
1.6 Objetivos.....	5
1.6.1 Objetivo General.....	5
1.6.2 Objetivos Específicos	5
1.7 Método de Investigación.....	6
CAPÍTULO II.....	8
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DEL ARTE.....	8
2.1 Estado del Arte.....	8
2.2 Generalidades y Conceptos Principales	11
2.2.1 Energía Eléctrica.....	11
2.2.2 Energía Solar Fotovoltaica	11
2.2.3 Energías Renovables.....	12
2.2.4 ¿Qué es el Sol?	12
2.2.5 Método de los Lúmenes.....	13
2.2.6 Luminotecnia	14
2.2.7 Radiación Solar	14

2.2.8	Beneficio del Alumbrado Público empleando Sistema FV	15
2.2.9	Corriente Alterna y Continua	15
2.2.10	Impacto Ambiental de los Paneles Fotovoltaicos.....	15
2.3	Estructura de un Sistema Solar Fotovoltaico	16
2.3.1	Panel o Módulo Solar Fotovoltaico	16
2.3.2	Controlador o Regulador de Carga.....	16
2.3.3	Batería.....	16
2.3.4	Inversor.....	16
2.4	Normas y Estándares Técnicos para Sistemas FV	16
2.4.1	Norma o Estándar Técnico IEC.....	17
2.4.2	Norma o Estándar Técnico IEEE.....	17
2.4.3	Norma o Estándar INEN.....	18
CAPÍTULO III		19
3.	MATERIALES, COMPONENTES, DIMENSIONAMIENTO Y MÉTODOS	19
3.1	Equipos y Componentes empleados en el Sistema FV	19
3.1.1	Batería RITAR DC 12 V / 100 Ah	19
3.1.2	Controlador de Carga MPPT 75 V / 15 A	20
3.1.3	Inversor Phoenix 24 V / 250 VA.....	20
3.1.4	Panel Solar Cheetah Plus HC 66MB 345-365 Watt	21
3.2	Cálculos Generales empleados en el Sistema FV	22
3.2.1	Cálculo de Potencia Instalada y Consumo Diario	22
3.2.2	Análisis Ambiental de la Comunidad Masa 2	24

3.3	Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico	24
3.3.1	ÁNGULO ÓPTIMO DE INCLINACIÓN DE PANELES	24
3.3.2	Demanda Total del Sistema.....	25
3.3.3	Dimensionamiento de Paneles Fotovoltaico.....	26
3.3.4	Cálculo de la Potencia del Generador Fotovoltaico	27
3.3.5	Selección del Óptimo Panel Fotovoltaico	27
3.3.6	Dimensionamiento del Banco de Baterías.....	28
3.3.7	Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías	29
3.3.8	Selección de las Baterías	30
3.3.9	Dimensionamiento del Controlador de Carga	31
3.3.10	Selección del Controlador de Carga	32
3.3.11	Dimensionamiento del Inversor	33
3.3.12	Selección del Inversor DC/AC	33
3.3.13	Sistema Fotovoltaico Propuesto	34
3.4	Diseño Eléctrico de la vivienda de familia Espinoza Bórquez.....	35
3.5	Diseño empleado del Sistema Fotovoltaico.....	36
3.6	Software de PVSYS empleado en el Sistema FV.....	37
CAPÍTULO IV		38
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
4.1	Características del Sistema Fotovoltaico en PVSYST	38
4.2	Análisis de resultados a partir del software de PVSYST del Sistema FV	39
4.2.1	Resumen del proyecto parámetros de la simulación	39

4.2.2	Características del conjunto FV.....	39
4.2.3	Factores de pérdida del conjunto FV.....	40
4.2.4	Necesidades detalladas del usuario	40
4.2.5	Valores anuales.....	40
4.2.6	Perfil horario.....	40
4.2.7	Resultados principales	41
4.2.8	Producciones normalizadas e índice de rendimiento y fracción solar.....	41
4.2.9	Nueva variante de simulación – balances y resultados principales.....	41
4.2.10	Leyendas.....	41
4.2.11	Diagrama entrada / salida diaria	42
4.2.12	Diagrama de pérdidas	42
CAPÍTULO V		43
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1	Conclusiones.....	43
5.2	Recomendaciones	44
CAPÍTULO 6		45
6.	ANEXOS.....	45
6.1	DIAGRAMAS DE LA COMUNIDAD MASA 2	45
6.1.1	Geográfico	45
6.2	FICHAS TÉCNICAS.....	46
6.2.1	Batería RITAR DC 12 V / 100 Ah	46
6.2.2	Controlador de Carga MPPT 75 V / 15 A	48

6.2.3	Inversor Phoenix 24 V / 250 VA	49
6.2.4	Panel Solar Sunergy 330 W 24 V Polycristalino 72 Celdas.....	51
6.3	FOTOGRAFÍAS AUTORES	53
6.4	NORMAS O ESTÁNDARES TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN EL SISTEMA FV	67
6.4.1	Batería RITAR DC 12 V / 100 Ah	67
6.4.2	Controlador de Carga MPPT 75 V / 15 A	67
6.4.3	Inversor Phoenix 24 V / 250 VA.....	68
6.4.4	Panel Solar Cheetah Plus HC 66MB 345-365 Watt.....	68
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Potencia total instalada.</i>	23
<i>Ecuación 2: Consumo total diario de los circuitos instalados.</i>	23
<i>Ecuación 3: Ángulo óptimo de inclinación de paneles FV.</i>	25
<i>Ecuación 4: Demanda total del Sistema FV.</i>	25
<i>Ecuación 5: Potencia del generador fotovoltaico.</i>	27
<i>Ecuación 6: Capacidad del banco de baterías.</i>	30
<i>Ecuación 7: Corriente de entrada al regulador.</i>	31
<i>Ecuación 8: Corriente de salida al regulador.</i>	31
<i>Ecuación 9: Dimensionamiento del inversor.</i>	33

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Viviendas de la Isla Puna Golfo de Guayaquil, fuente: Los Autores.</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2: Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, fuente: Google Maps.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3: Ubicación de la comunidad de masa 2 del Golfo de Guayaquil, fuente: Google Maps.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4: Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, fuente: Los Autores.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5: Diagrama de barra de la cantidad de tesis publicadas entre los último 8 años, fuente: Los Autores.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 6: Proyecto alumbrado público implementando sistemas solares fotovoltaicos autónomos, fuente: (Salazar Méndez & Tumbaco González, 2021, pág. 18).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7: Proyecto técnico del sistema solar fotovoltaico autónomo beneficiando a la “Escuela Básica Simón Bolívar” en la comunidad masa 2 del Golfo de Guayaquil, fuente: (Villegas Tapia & Alcivar Tello, 2020, pág. 14).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 8: Instalación del poste de alumbrado público en el recinto masa 2, fuente: (Guerrero Santana & Catagua Mera, 2020, pág. 103).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 9: Flujo de energía eléctrica a través de redes de alta tensión, fuente: (Orza Couto, 2022).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 10: Paneles o módulos fotovoltaicos transformando la energía solar a eléctrica, fuente: (Arancibia Bulnes & Best Brown, 2010).....</i>	<i>12</i>

<i>Figura 11: Tipos de sistemas que aplican energías renovables, fuente: (Spiegeler & Cifuentes, 2022).</i>	12
<i>Figura 12: Estrella solar, fuente: (Spiegeler & Cifuentes, 2022).</i>	13
<i>Figura 13: Lúmenes emitidos por la estrella solar, fuente: (LUMINOTECNIA, 2022).</i>	13
<i>Figura 14: Espectro electromagnético, fuente: (LUMINOTECNIA, 2022).</i>	14
<i>Figura 15: Radiación solar, fuente: (Martínez, 2016).</i>	14
<i>Figura 16: Norma o estándar técnico IEC, fuente: (IEC, 2022).</i>	17
<i>Figura 17: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, fuente: (IEEE, 2022).</i>	18
<i>Figura 18: Instituto Ecuatoriano de Normalización, fuente: (INEN N. , 2022)</i>	18
<i>Figura 19: Batería RITAR 12 V / 100 Ah, fuente: (Renova Energía, 2022).</i>	19
<i>Figura 20: Controlador de carga MPPT 75 V / 15 A, fuente: (TeknoSolar, 2022).</i>	20
<i>Figura 21: Inversor phoenix 24 V / 250 VA, fuente: (SOLAR TOP STORE, 2022).</i>	21
<i>Figura 22: Panel solar Cheetah Plus HC 66MB 345-365 W, fuente: (JINKOSOLAR, 2022).</i>	22
<i>Figura 23: Diseño eléctrico de la vivienda de la familia Espinoza Bórquez, fuente: Los Autores.</i>	35
<i>Figura 24: Diseño empleado del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	36
<i>Figura 25: Software PVSYST, fuente: (PVSYST Photovoltaic Software, 2022).</i>	37

<i>Figura 26: Plano Topográfico de la Comunidad Masa 2, fuente: Autoridades de la UPS - GYE.</i>	45
<i>Figura 27: Materiales a utilizar en las instalaciones eléctricas de la residencia (tubería PVC, cajas de paso PVC, panel de breakers, piezas y acoples para montaje.), fuente: Los Autores.</i>	53
<i>Figura 28: Instalación y cableado estructurado para el sistema eléctrico, fuente: Los Autores.</i>	53
<i>Figura 29: Habilitación de dispositivo de entretenimiento en la sala de la residencia, fuente: Los Autores.</i>	54
<i>Figura 30: Capacitación para el correcto uso y funcionamiento de los sistemas de protección y del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	54
<i>Figura 31: Lectura y medición antes del arranque del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	55
<i>Figura 32: Instalación y puesta de baterías en el soporte tipo banco, fuente: Los Autores.</i>	55
<i>Figura 33: Ubicación del sistema de control del panel fotovoltaico en el dormitorio de la residencia, fuente: Los Autores.</i>	56
<i>Figura 34: Medición de la salida de voltaje en el inversor. (L-N 110V L-T 110V), fuente: Los Autores.</i>	56
<i>Figura 35: Montaje y conexión del controlador de carga del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	57

<i>Figura 36: Montaje y anclaje del inversor en el soporte tipo banco, fuente: Los Autores.</i>	57
<i>Figura 37: Colocación de su respectiva puesta a tierra para protección del equipo Fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	58
<i>Figura 38: Embutición de su correspondiente varilla a tierra como su respectivo aterrizaje, fuente: Los Autores.</i>	58
<i>Figura 39: Ajuste de la base del panel fotovoltaico al soporte tipo tubo o poste de anclaje, fuente: Los Autores.</i>	59
<i>Figura 40: Colocación del panel fotovoltaico en su respectivo soporte metálico, fuente: Los Autores.</i>	59
<i>Figura 41: Instalación y acople del poste con el soporte del panel fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	60
<i>Figura 42: Montaje y encuadre del panel con el soporte, fuente: Los Autores.</i>	60
<i>Figura 43: Conexión del controlador de carga hacia sus respectivos terminales de la batería, fuente: Los Autores.</i>	61
<i>Figura 44: Montaje e instalación de los paneles de breakers (Instalación residencial y del control del PF), fuente: Los Autores.</i>	61
<i>Figura 45: Instalación de un punto de tomacorriente 110v para cargas pequeñas, fuente: Los Autores.</i>	62
<i>Figura 46: Mezcla de arena y cemento para la base que soportará el panel Fotovoltaico, fuente: Los Autores.</i>	62

<i>Figura 47: Montaje de baterías 12 VDC en soporte tipo banco, fuente: Los Autores. .</i>	<i>63</i>
<i>Figura 48: Colocación del muñeco soporte dentro del hueco tipo cajón a fundir, fuente: Los Autores.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 49: Excavación en el terreno para el soporte del poste, fuente: Los Autores. ..</i>	<i>64</i>
<i>Figura 50: Platina de 4mm para soportar y estabilizar el poste a utilizar, fuente: Los Autores.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 51: Armada y soldada del soporte a embutir dentro de la tierra excavada, fuente: Los Autores.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 52: Acoplamiento de platina y alerones a la tubería de 3' para mayor soporte y estabilidad, fuente: Los Autores.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 53: Soldadura de las respectivas piezas del tubo de soporte o poste en el taller, fuente: Los Autores.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 54: Pulida de las imperfecciones que se realizó luego de soldar en la parte inferior de poste, fuente: Los Autores.....</i>	<i>66</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cantidad de circuitos con sus respectivos equipos eléctricos de la familia Espinoza Bórquez, fuente: Los Autores.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2: Consumo diario de los diferentes circuitos con sus respectivos equipos eléctricos de la familia Espinoza Bórquez, fuente: Los Autores.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3: Radiación global horizontal, fuente: Los Autores.</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 4: Paneles solares en el disponibles en el mercado local, fuente: Los Autores. .</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5: Días de autonomía, fuente: Los Autores.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 6: Baterías de plomo ácido disponibles en el mercado local, fuente: Los Autores.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 7: Corriente de entrada al regulador, fuente: Los Autores.</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 8: Corriente de entrada al regulador, fuente: Los Autores.</i>	<i>33</i>

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AGM	→	Separador de Fibra de Vidrio Absorbente.
AWG	→	Calibre de Alambre Estadounidense
CA	→	Corriente Alterna.
CC	→	Corriente Continua.
Co.	→	Compañía.
CNEL EP	→	Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública.
CSA	→	Asociación de Normalización Canadiense.
CT	→	Consumo diario total.
DC	→	Ciclo Profundo (Deep Cycle).
E	→	Este.
GYE	→	Guayaquil.
GX	→	Próxima Generación.
HR	→	Horas.
HSP	→	Horas Solar Pico.
IEC	→	Comisión Electrotécnica Internacional.
IEEE	→	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
INEN	→	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
IoT	→	Internet de las cosas.
IPM	→	Corriente en la Potencia Máxima.

Isc	→	Corriente de Corto Circuito.
FV	→	Fotovoltaico.
LED	→	Diodo Emisor de Luz.
L-N	→	Línea a Neutro.
L-T	→	Línea a Tierra.
LTD	→	Limitada.
MPPT	→	Punto de Máxima Potencia.
N	→	Norte.
O	→	Oeste.
PC	→	Computadora Personal.
PF	→	Factor de Potencia.
Pmax	→	Potencia Máxima.
PR	→	Índice de Rendimiento.
PT	→	Potencia Total Instalada.
PVC	→	Policloruro de Vinilo.
PVSOL	→	Software de Diseño Solar.
PVSYST	→	Software Potente para Sistemas Fotovoltaicos.
PWM	→	Modulación por Ancho de Pulsos.
S	→	Sur.
STC	→	Condición de prueba estándar.

TV	→	Televisión.
UL	→	Underwriters Laboratories.
UNE-EN	→	Una Norma Española – Norma Europea.
UPS	→	Universidad Politécnica Salesiana.
USB	→	Bus Serie Universal.
VCA	→	Voltaje en Corriente Alterna.
VDC	→	Voltaje en Corriente Directa.
VG	→	Very Good (Muy Bueno).
VOC	→	Voltaje en circuito abierto.
VPM	→	Voltaje en la Potencia Máxima.
VRLA	→	Ácido de Plomo Regulado Por Válvula.

GLOSARIO DE SIMBOLOGÍA

%	→	Porcentaje.
®	→	Marca Registrada.
@	→	Arroba.
°C	→	Grados Centígrados.
°F	→	Grados Fahrenheit.
~	→	Virgulilla.
≈	→	Aproximación entre valores.
±	→	Mas Menos.

GLOSARIO DE UNIDADES

A	→	Amperios.
Ah	→	Amperios Horas.
Cell	→	Celdas / Células.
ECarga	→	Energía en la Carga.
ESol	→	Energía del Sol.
h	→	Horas.
Hz	→	Hertz.
Kg	→	Kilogramos.
KW	→	Kilo Watts.
KW/m ²	→	Kilo Watts sobre metros cuadrados.
Lb	→	Libras.
m	→	Metros.
m/s	→	Metros sobre Segundos.
m ²	→	Metros Cuadrados.
mm	→	Mili-Metros.
mm ²	→	Mili-Metros Cuadrados.
mΩ	→	Mili-Ohmios.
mV	→	Milivoltios.
MWh/Año	→	Mega Watts horas sobre Años.

Nm	→	Newton metros.
V	→	Voltios.
VA	→	Voltios Amperios.
V/Cell	→	Voltios entre Células.
W	→	Watts.
Wp	→	Watts Pico.
W/m ²	→	Watts entre Metros Cuadrados.
Yf/Yr	→	Productividad Final entre Productividad de Referencia.

CAPÍTULO I

1. ESTUDIO PRELIMINAR

Para este Capítulo 1 se establece el estudio preliminar para el correcto desarrollo del proyecto técnico de titulación.

1.1 Tema del Proyecto de Titulación

"DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES (FOTOVOLTAICO) PARA MORADORES DE ZONA RURAL EN GOLFO DE GUAYAQUIL"

1.2 Introducción

Hoy en día la energía eléctrica se ha vuelto indispensable en todo ámbito ya que es primordial para un crecimiento económico con el fin de mejorar el bienestar al ser humano, la energía eléctrica es aquella que pone en funcionamiento; empresas, fabricas, entre otras industrias con el fin de disfrutar un ambiente cómodo en cualquier lugar donde uno se encuentre mediante el uso de calefactores, cafeteras, uso de acondicionados y entre otros electrodomésticos, por ende, se establece que el crecimiento económico es directamente proporcional al consumo de energía (Total Energies, 2020).

(González Peñafiel, Zambrano Manosalvas, & Estrada Pulgar, 2014, pág. 13) nos dan a conocer que la energía eléctrica es aquel factor con un alto interés para el ser humano, ya que sin este beneficio se verían afectados y posiblemente tenga un déficit económico, puesto que los habitantes de la comunidad en puerto roma no poseen los conocimientos adecuados para poder implementar o solicitar energía eléctrica, por ende, proponen suplir ese servicio mediante un proyecto técnico implementando energías renovables.

(Ordoñez Garzón & Rivera Galarza, 2021, pág. 32) mencionan que en parte de la región costa de la provincia de Guayas – Ecuador hay una cantidad de comunidades que no tienen el gran beneficio como otros sectores que es el uso de la energía eléctrica y también no cuentan con los servicios básicos para el ser humano como es el agua potable, redes de comunicación, alcantarillados y entre otros servicios. Los habitantes de la comunidad se ven afectados ya que construir redes eléctricas de alta o media tensión se dificulta por el ámbito del costo de inversión por parte de la empresa pública CNEL EP.



Figura 1: Viviendas de la Isla Puna Golfo de Guayaquil, fuente: Los Autores.

1.3 Descripción del Problema

El problema principal que se presenta es la deficiencia que tienen las personas que habitan en el sector de la comunidad de masa 2 ya que es un lugar que se encuentra aislada de la ciudad, por este motivo se dificulta tener redes de media tensión que transporten la energía eléctrica para el consumo diario para los diferentes habitantes en sus respectivas viviendas y puedan tener una vida digna con este recurso que es muy necesario, tal como lo mencionan (Mendoza Bravo & Carrión Baque, 2021, pág. 27).

(Borbor Merchán, 2020, pág. 7) menciona que varios de los habitantes de las diferentes familias de la comunidad masa 2 se abastecen de energía eléctrica mediante generadores que funcionan con diésel para poder obtener energía eléctrica y así poder realizar sus actividades diarias, el uso de este tipo de generadores a la larga sería un perjuicio puesto que estos emiten gases los cuales pueden perjudicar a los niños de la comunidad.

Por este motivo se pone en marcha proyectos técnicos mediante sistemas eléctricos fotovoltaicos para convertir la energía solar a eléctrica con la finalidad de ayudar a satisfacer la necesidad de tener la energía eléctrica para el consumo diario de los diferentes habitantes en sus respectivos hogares.

1.4 Justificación y delimitación

La problemática que se sustituta en el sector de la comunidad masa 2 tal como se indica en el ítem 1.3, hace que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la malla antigua de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil estudiaran esta problemática y se propuso el desarrollo de un proyecto técnico mediante la implementación de sistemas solares fotovoltaicos aislados en dicho sector.

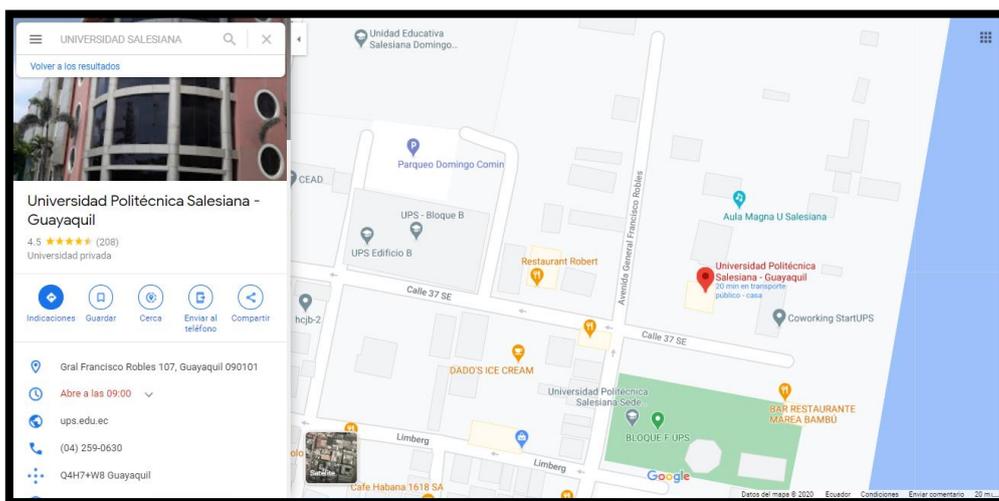


Figura 2: Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, fuente: Google Maps.

Y también este tipo de proyectos se podría establecer como un proyecto vinculado a la sociedad puesto que son habitantes de bajo recurso, el cual se les está beneficiando con un proyecto que ayude a sus quehaceres diarios, estos proyectos están vinculados en la implementación de energías renovables, que en este caso es la energía solar, para convertirla en energía eléctrica mediante la implementación y diseño de sistemas solares fotovoltaicos aislados.

Mediante el informe de Auditoría Interna presentado por (SAMBITO, 2012) nos presentan que la radiación solar en el Ecuador alcanza un punto máximo de 1 kW/m^2 , el cual nos indica que un proyecto técnico mediante el uso de energías renovables con implementación a sistemas solares fotovoltaicos si son viables en este sector de la comunidad masa 2.

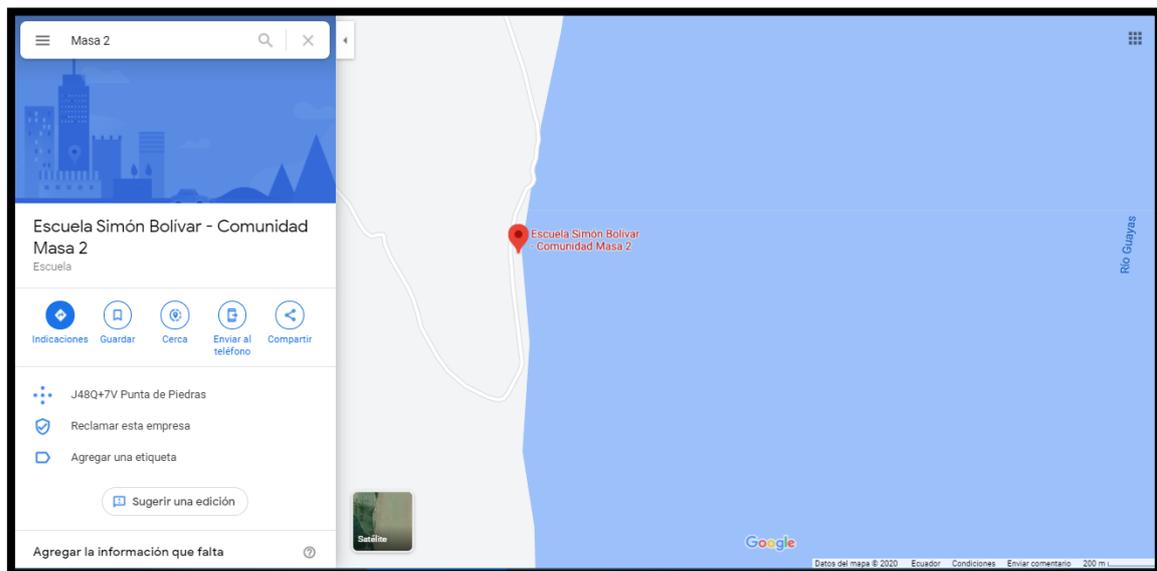


Figura 3: Ubicación de la comunidad de masa 2 del Golfo de Guayaquil, fuente: Google Maps.

Parte de la delimitación académica es el uso de los conocimientos adquiridos en las materias técnicas que se estudiaron en el transcurso de la carrera tales como son; instalaciones; civiles e industriales, circuitos eléctricos; I y II, energía y medio ambiente,

proyectos eléctricos, y entre otros. También se propone realizar una simulación es un software de alto nivel como es el PVSYST para comprobar los cálculos teóricos con los prácticos y verificar el buen funcionamiento de nuestro proyecto solar fotovoltaico aislado (Ordoñez Garzón & Rivera Galarza, 2021, págs. 4-5)

1.5 Grupo Beneficiario

El desarrollo del proyecto técnico de titulación mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaicos aislado será beneficiado a la comunidad de masa 2 exactamente a la Familia Espinoza Bórquez, la cual contarán con un determinado tiempo para poder beneficiarse de la energía obtenida del proyecto fotovoltaico con el fin de usarla en horas específicas y podrá tener el beneficio de la iluminación en horas de la tarde y noche donde es indispensable este recurso, puesto que sin este recurso la oscuridad opacaría la visión de cualquier miembro de la familia y podría ocasionar algún accidente.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico, para brindar servicio eléctrico que permita el consumo básico de energía de una familia de la comunidad masa 2, evitando la utilización de combustibles fósiles, empleado en un generador eléctrico.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Realizar el estudio de la demanda requerida para el consumo necesario de un hogar, según los equipos a instalar.
2. Desarrollar los cálculos de los equipos fotovoltaicos que serán instalados, mediante simuladores y software cumpliendo cada una de las normas con sus diferentes protecciones.

3. Implementar el sistema de energía renovable, para conseguir el abastecimiento de las cargas mínimas básicas de un hogar de la comunidad masa 2.

1.7 Método de Investigación

Para el proceso, elaboración y diseño de un sistema fotovoltaico aislado para una vivienda de la comunidad masa 2 en la isla puna se basó en el método cuantitativo tal como se menciona en (Método Cuantitativo, 2022), se obtuvo información por parte de los habitantes del sector y se logró procesar el requerimiento que necesitaban para solventar la necesidad de la escases de energía eléctrica que se presenta en dicho sector, así como también se investigó cuantos proyectos técnicos relacionados con sistemas solares fotovoltaicos se han realizado en los últimos años en el Repositorio Digital de la Universidad Politécnica Salesiana, los trabajos de titulación de los últimos 8 años se ven reflejados en la Figura 5, y son exclusivamente de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la sede de Guayaquil.



Figura 4: Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, fuente: Los Autores.

Con la información adquirida por el Repositorio Institucional de la UPS, sede GYE de la carrera de Ingeniería Eléctrica se logró estimar mediante diagrama de barra que en los últimos tres años se ha impulsado la elaboración, construcción y diseños de proyectos técnicos relacionados con sistemas solares fotovoltaicos ayudando al planeta tierra ya que estos proyectos son relacionados con energías renovables.

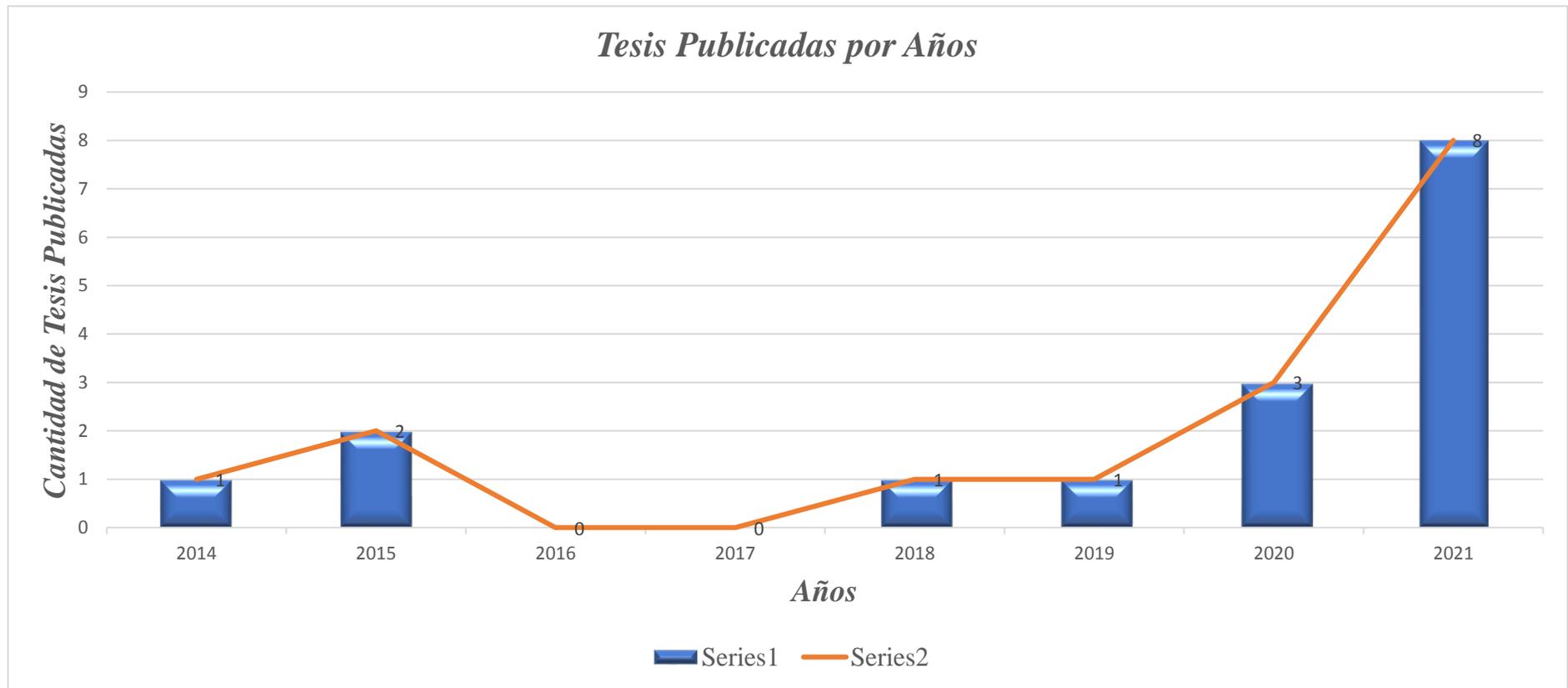


Figura 5: Diagrama de barra de la cantidad de tesis publicadas entre los último 8 años, fuente: Los Autores.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DEL ARTE

2.1 Estado del Arte

Existe una gran cantidad de comunidades que se encuentran aisladas en zonas que no cuentan con el servicio de la energía eléctrica, (MANUAL DE POLÍTICAS COMERCIALES, 2018, pág. 8) tal como lo menciona el literal “2.51” del comité de desarrollo de CNEL EP en el ítem de “zona de servicio”:

Para nuevos suministros en bajo voltaje los costos asociados a la tención de nuevos suministros a conectarse a las redes de bajo voltaje, cuyo punto de entrega se encuentre a un radio menos a 200 metros de un transformador de distribución existente y con carga declarada menor o igual a 12 KW, serán asumidos por la distribuidora. Se exceptúan las adecuaciones civiles y el sistema de puesta a tierra.

Por tal motivo las familias que se encuentran en la comunidad de masa 2 no poseen este servicio que es vital y muy necesario para las diversas actividades que se realizan día tras día. (Salazar Méndez & Tumbaco González, 2021, pág. 15) implementaron un proyecto técnico empleando sistemas solares fotovoltaicos autónomos y mencionan que no es factible pagar una cantidad de dinero para el uso de 4 horas diarias de un generador de potencia, puesto que mensualmente tendrían que cancelar una suma alta de dinero, por ende, propusieron el proyecto que beneficiará a gran parte a las familias de la comunidad masa 2 con el sistema de alumbrado público que funciona a 150 W, con esto tienen la seguridad de poder caminar en los alrededores de la comunidad.



Figura 6: Proyecto alumbrado público implementando sistemas solares fotovoltaicos autónomos, fuente: (Salazar Méndez & Tumbaco González, 2021, pág. 18)

(Villegas Tapia & Alcivar Tello, 2020, págs. 13-15) para el desarrollo del proyecto de titulación realizaron el diseño e implementación de un sistema solar fotovoltaico autónomo que beneficio a la “Escuela Básica Simón Bolívar” en la comunidad masa 2 del Golfo de Guayaquil, con este proyecto se logró mejorar la calidad de al menos 22 estudiantes entre ellos 12 niños y 10 niñas con edades de 7 a 17 años, el proyecto ayudo con la iluminación de sus interiores y consumos a nivel de bajo voltaje logrando que los alumnos y profesores utilicen los aparatos eléctricos como son; computadoras, focos, sirenas, ventiladores, entre otros.



Figura 7: Proyecto técnico del sistema solar fotovoltaico autónomo beneficiando a la “Escuela Básica Simón Bolívar” en la comunidad masa 2 del Golfo de Guayaquil, fuente: (Villegas Tapia & Alcivar Tello, 2020, pág. 14).

(Guerrero Santana & Catagua Mera, 2020, pág. 14) realizaron una investigación mediante visitas a la Parroquia Puná, recinto masa 2 para poder recaudar información de las necesidades que tienen los habitantes de dicho lugar, e implementaron un alumbrado público mediante energías renovables aplicando sistemas solares fotovoltaicos y lograron proponer una solución mediante simulaciones empleando software para Ingeniería de la instalación de los postes de alumbrado por paneles solares fotovoltaicos.



Figura 8: Instalación del poste de alumbrado público en el recinto masa 2, fuente: (Guerrero Santana & Catagua Mera, 2020, pág. 103).

(Consuegra Mite & Villao Miranda, 2021, págs. 7-17) contribuyeron a una de las familias de la comunidad de masa 2 con un proyecto técnico empleando energías renovables mediante un diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado a partir de los cálculos de carga para así no tener ningún tipo de inconvenientes en el diseño y la instalación del sistema, para verificar el dimensionamiento y diseño emplearon un software computacional PVSOL que ayudo a obtener los resultados esperados para corroborar que la implementación fue exitosa, y brindaron capacitaciones a los diversos habitantes para que sepan cómo es el correcto funcionamiento del proyecto técnico del sistema solar fotovoltaico aislado.

2.2 Generalidades y Conceptos Principales

2.2.1 Energía Eléctrica

(Orza Couto, 2022, pág. 2) da a conocer que la energía eléctrica se ha convertido en una parte fundamental para el ser humano, ya que se encuentra presente en todo lo que hacemos, porque la mayoría de los aparatos y maquinaria funcionan en base a la electricidad, cabe recalcar que la electricidad es producida en diversos tipos de centrales, donde se encargan de transformar una energía mecánica a eléctrica; algunos de estos tipos de centrales que aprovechan una energía primaria son (solar, eólica, nuclear, térmica, hidráulica, entre otras).



Figura 9: Flujo de energía eléctrica a través de redes de alta tensión, fuente: (Orza Couto, 2022).

2.2.2 Energía Solar Fotovoltaica

(Arancibia Bulnes & Best Brown, 2010, pág. 7) esta clase de energía particularmente aprovecha la radiación solar recibida en sus celdas para así poder transformarlas a energía eléctrica por medio del efecto fotovoltaico, donde el efecto fotovoltaico establece que la luz del sol puede producir una corriente eléctrica al iluminar algunos tipos de materiales.



Figura 10: Paneles o módulos fotovoltaicos transformando la energía solar a eléctrica, fuente: (Arancibia Bulnes & Best Brown, 2010).

2.2.3 Energías Renovables

(Spiegeler & Cifuentes, 2022, pág. 2) dan a conocer que la energía renovable se obtiene mediante recursos naturales, tales como pueden ser el viento, agua y el sol que son fuentes inagotables, esto se usa con el fin de sustentar la vida diaria a lo largo del tiempo. Se han podido emplear para el uso en hogares, y campos de agricultura.



Figura 11: Tipos de sistemas que aplican energías renovables, fuente: (Spiegeler & Cifuentes, 2022).

2.2.4 ¿Qué es el Sol?

(Spiegeler & Cifuentes, 2022, pág. 1) mencionan que el sol es un principio de energía que se encarga de mantener vivo a los planetas en especial al nuestro, la tierra, hay estudios que demuestran que el sol entrega una potencia de 62600 KW en cada metro cuadrado,

esta potencia entregada por la radiación del sol se viene dando hace 4500 millones de años y se espera que continúe así por durante 5000 millones de años más, comparando con la existencia del ser humano es un tiempo ilimitado.



Figura 12: Estrella solar, fuente: (Spiegeler & Cifuentes, 2022).

2.2.5 Método de los Lúmenes

Es utilizado este método para lograr una iluminación general y uniforme en una respectiva área o zona, la cual me permitirá conocer la cantidad de luminarias necesarias para una mejor ubicación en el sitio que se vayan a emplear o en el área de trabajo (LUMINOTECNIA, 2022, pág. 11).

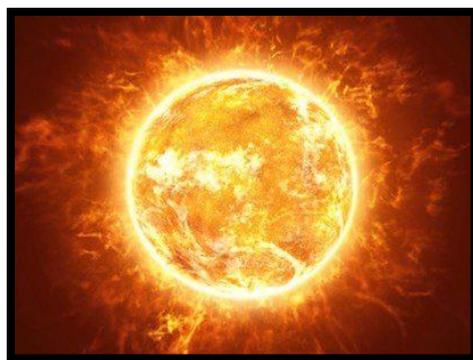


Figura 13: Lúmenes emitidos por la estrella solar, fuente: (LUMINOTECNIA, 2022).

2.2.6 Luminotecnia

(LUMINOTECNIA, 2022, pág. 2) es el estudio encargado de analizar las distintas formas de proyectar o reflejar una luz en un respectivo espacio determinado.

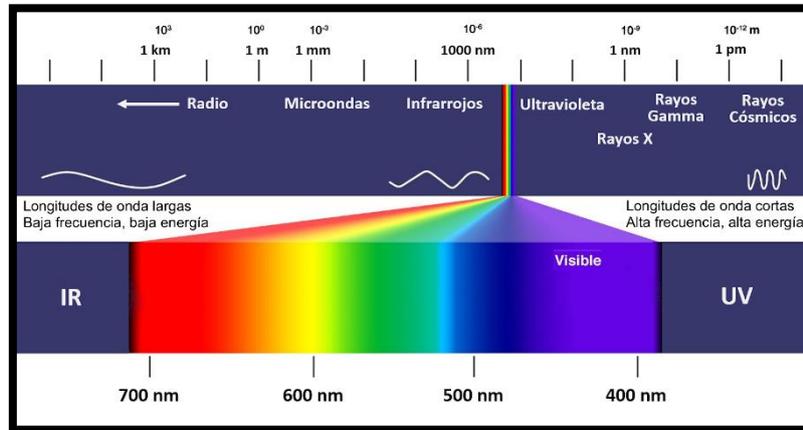


Figura 14: Espectro electromagnético, fuente: (LUMINOTECNIA, 2022).

2.2.7 Radiación Solar

Durante años la radiación solar es conocida por la interacción del sol a la tierra, estas ondas generadas por el sol llegan en forma de ondas que transportan una determinada energía a la atmosfera, es considerada totalmente transparente, también se conoce que la mayor parte de radiación solar es absorbida por la superficie terrestre la otra parte es absorbido por los componentes atmosféricos y las nubes, teniendo en cuenta que se refleja en la superficie, gases, y partículas devuelta al espacio exterior (Martínez, 2016).

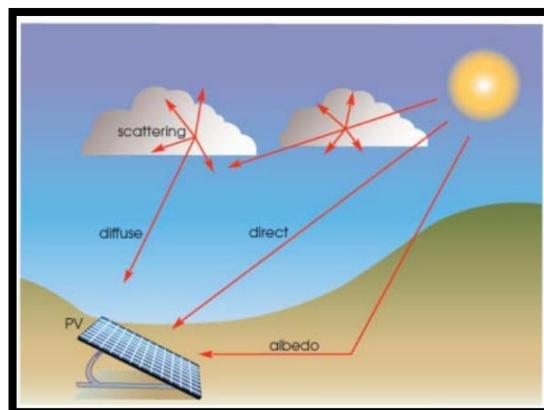


Figura 15: Radiación solar, fuente: (Martínez, 2016).

2.2.8 Beneficio del Alumbrado Público empleando Sistema FV

El alumbrado público de paneles solares brinda una gran variedad de beneficio ya sea a peatones, conductores o sitios solitarios en donde permite que las personas puedan estar de una manera más segura, logrando abarcar un sin número de lugares con su iluminación con energía solar y teniendo en cuenta que durante el día trabaja en la recolección de la mayor cantidad de placas solares, se conoce que en la actualidad gracias a los beneficios y la ayuda que ofrece se implementan más cada día (ENDESA X, 2021).

2.2.9 Corriente Alterna y Continua

La corriente continua es conocida por que se dirige de un lugar a otro ocasionando continuidad de energía a un mismo lugar, la corriente alterna siempre está cambiando su polaridad es decir un ejemplo cambia de positivo a negativo constantemente si logramos identificar cada una de las corrientes claramente podemos ver que la corriente continua se mantiene estable mientras la corriente alterna cambia de formas de ondas (CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD, 2022, pág. 10).

2.2.10 Impacto Ambiental de los Paneles Fotovoltaicos

El impacto ambiental se podría considerar con la fauna y hábitat, estos elementos se estudian a través del ciclo de vida, ya que empieza desde la fabricación hasta obtener energía eléctrica hay varios factores que analizar tanto positivos como negativos en donde podemos ver que tan sustentable son los paneles fotovoltaicos, la fauna y flora se encuentra de alguna forma afectada ya sea por el espacio que ocupan los paneles, también se conoce que tiene afectación por los gases que estos emiten e influyen en la contaminación del aire (Guzmán Niño, 2017).

2.3 Estructura de un Sistema Solar Fotovoltaico

2.3.1 Panel o Módulo Solar Fotovoltaico

Este panel es considerado de suma importancia ya que se encarga de transformar la energía solar en energía eléctrica, se distribuye por varios paneles para complementar la energía necesaria en la instalación.

2.3.2 Controlador o Regulador de Carga

Permite la conexión entre los paneles solares y el consumo de energía, sirve como protección para los acumuladores que presenten sobrecargas, y es encargada de mantener un voltaje nominal correspondiente a cómo trabajan los equipos conectados.

2.3.3 Batería

Ayuda a sustentar el funcionamiento de la instalación en situaciones que no se pueda contar con luz solar y también permite almacenar energía.

2.3.4 Inversor

Es la encargada de convertir una corriente continua a una corriente alterna, de igual manera con el voltaje permitiendo que la entrada de 12 VAC pueda transformarse a 220 VAC asimilándose a la red que nos suministra la empresa eléctrica (Componentes de un Sistema FV, 2022, pág. 6).

2.4 Normas y Estándares Técnicos para Sistemas FV

(INEN, 2013) dan a conocer que para los equipos eléctricos empleados en sistemas solares fotovoltaicos deben basarse de una norma o estándar técnico nacionales o internacionales los cuales deben ser cumplidos con responsabilidad.

El proyecto técnico propuesto consta de varios equipos que serán usados en la implementación del sistema solar fotovoltaico aislado y deben cumplir con estándares

internacionales y los más empleados son la Comisión Electrotécnica Internacional conocida por sus siglas en inglés IEC y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos conocida por sus siglas en inglés IEEE.

2.4.1 Norma o Estándar Técnico IEC

(IEC, 2022) fue fundada en el siglo XIX exactamente en el año de 1906 es una gran organización líder mundial la cuál prepara y publica normas y estándares técnicos internacionales para todo tipo de área, pero más enfocado en la eléctrica y electrónica, y son conocidas como “electro-tecnología”.



Figura 16: Norma o estándar técnico IEC, fuente: (IEC, 2022).

2.4.2 Norma o Estándar Técnico IEEE

(IEEE, 2022) se dieron a conocer a finales del siglo XVIII exactamente en el año de 1884 cuando la electricidad se dio a conocer con una gran influencia, por ende, se establecieron como una gran organización que se dedica a promover la innovación y excelencia tecnológica a beneficio a la humanidad, establecen normas y estándares técnicos que deben ser tomados en cuenta al momento de diseñar, montar o dar algún mantenimiento a los equipos eléctricos, electrónicos y las áreas relacionadas de la ciencia y la tecnología que subyacen a la civilización moderna.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos es el nombre legal completo que tiene esta organización y es la más grande a nivel mundial, han sido capaces de desarrollar no solo estándares y normas técnicas sino también software de alto nivel.



Figura 17: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, fuente: (IEEE, 2022).

2.4.3 Norma o Estándar INEN

(INEN N. , 2022) fue creada a finales del siglo XIX exactamente el 28 de agosto de 1970 y es fundamental para el sistema ecuatoriano de calidad, tiene como finalidad impulsar la competitividad, productividad y calidad de las empresas del país y es conocido como el organismo encargado de que los productos sean producidos y comercializados en todo el territorio ecuatoriano, tiene 4 pilares fundamentales los cuales son:

- Normalización.
- Reglamentación.
- Evaluación de la conformidad.
- Metrología.

Para nuestro proyecto técnico nos enfocamos en la normalización la cual desarrolla normativas acordes a los avances tecnológicos que constituyen al punto de referencia técnico con el fin de garantizar el orden de las actividades que deberán ejecutarse.



Figura 18: Instituto Ecuatoriano de Normalización, fuente: (INEN N. , 2022)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES, COMPONENTES, DIMENSIONAMIENTO Y MÉTODOS

3.1 Equipos y Componentes empleados en el Sistema FV

3.1.1 Batería RITAR DC 12 V / 100 Ah

La batería RITAR de 12 voltios en corriente continuo tiene un alcance de 100 amperios horas, y se caracteriza por ser de ciclo profundo de plomo ácido con tecnología AGM VRLA, por ser una batería seca, sellada y libre de mantenimiento tiene una ventaja muy importante la cual es un sistema de ventilación de baja presión, los fabricantes tienen como objetivo lograr diseñar la batería específicamente para lograr almacenar y respaldar la energía en un sistema solar fotovoltaico, también se caracteriza por ser la más comercializada en el mercado local por la amplia aplicaciones y configuraciones en serie para así lograr aumentar el voltaje o también en paralelo para aumentar la ampacidad hora y gracias a la relación que mantiene con el peso, alcanzan el puesto número 1 en el mercado solar (Renova Energía, 2022).



Figura 19: Batería RITAR 12 V / 100 Ah, fuente: (Renova Energía, 2022).

3.1.2 Controlador de Carga MPPT 75 V / 15 A

El controlador de carga MPPT funciona con un voltaje de 15 voltios y tiene una capacidad de 15 Amperios, también es conocido como regulador de carga, es muy eficiente ya que para casos de un cielo nublado cuando la intensidad de luz se opaca y tiene cambios el Controlador MPPT mejora la obtención de energía hasta un 30% con respecto a otros Controladores y hasta un 10% en comparación a los MPPT más lentos, otra ventaja es que se puede configurar para seguir el modo de control de carga tradicional con un voltaje de desconexión fijo, la salida de carga es óptimo ya que es a prueba de cortocircuito y logra almacenar cargas capacitivas como un inversor ayuda a proteger los componentes electrónicos contra el medio también y se logra ajustar para sistemas de 12 o 24 voltios (TeknoSolar, 2022).



Figura 20: Controlador de carga MPPT 75 V / 15 A, fuente: (TeknoSolar, 2022).

3.1.3 Inversor Phoenix 24 V / 250 VA

El Inversor Phoenix logra alimentar equipos domésticos que requieran un voltaje entre 120 a 230 voltios en corriente alterno utilizando baterías de ocio o automotrices de 12 voltios en corriente continua, cuenta con una topología de transformador toroidal y de

puente completo con el fin de lograr alimentar equipos electrónicos sensibles tiene una ventaja la cual le permite proteger contra sobrecargas y temperaturas altas y de cortocircuitos, tiene un alcance de gran potencia para arrancar cargas como convertidores de potencia para lámparas LED o halógenas, y no es necesario herramientas especiales para su instalación (SOLAR TOP STORE, 2022).



Figura 21: Inversor phoenix 24 V / 250 VA, fuente: (SOLAR TOP STORE, 2022).

3.1.4 Panel Solar Cheetah Plus HC 66MB 345-365 Watt

El panel solar Cheetah Plus HC es de media celda capaz de aprovechar el modelo del diseño principal con una dimensión que alcanza el valor de 158 mm o 6.25'', conformada entre 120 a 144 celdas con el fin de aumentar la eficiencia en la gama, esta proporciona lo que se considera una buena densidad de potencia en temperatura nominal y proporciona un valor relativo a la tecnología VG (Muy Buena), son usados a sistemas que funcionan a un nivel más económico viable, como conclusión es un módulo solar muy bueno (JINKOSOLAR, 2022).

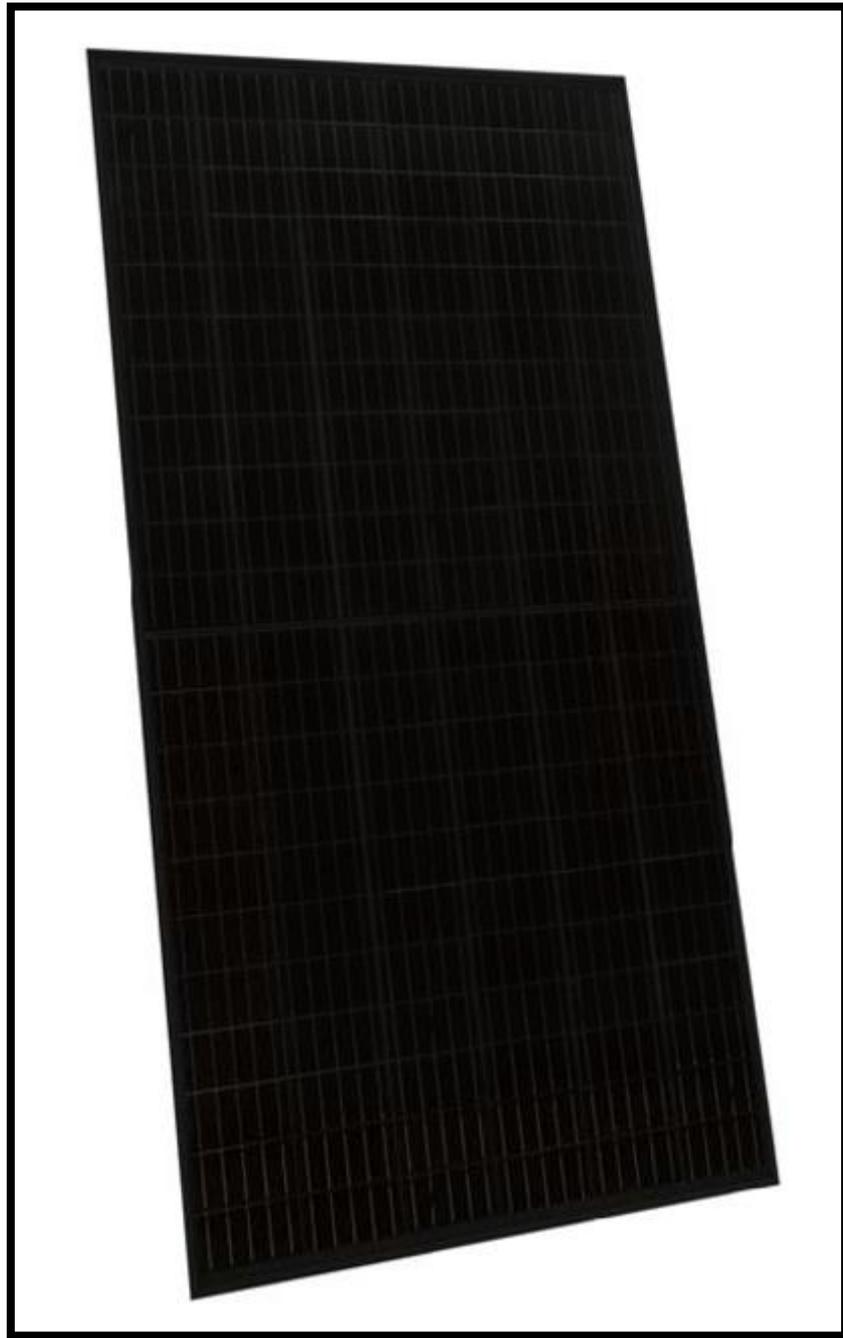


Figura 22: Panel solar Cheetah Plus HC 66MB 345-365 W, fuente: (JINKOSOLAR, 2022).

3.2 Cálculos Generales empleados en el Sistema FV

3.2.1 Cálculo de Potencia Instalada y Consumo Diario

Para obtener un valor de potencia instalada es necesario tener en cuenta cuales son los equipos eléctricos que usan a menudo en la vivienda de la familia Espinoza Bórquez, a

continuación, se establece una tabla de la cantidad de circuitos con los equipos eléctricos a usar.

Tabla 1: Cantidad de circuitos con sus respectivos equipos eléctricos de la familia Espinoza Bórquez, fuente: Los Autores.

#	CIRCUITO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
1	ILUMINACION	6	9	54
2	TOMACORRIENTES	1	60	60
3	TELEVISION	1	80	80

Ecuación 1: Potencia total instalada.

$$P_T = C_1 + C_2 + C_3$$

$$P_T = 54 + 60 + 80$$

$$P_T = 194 [W]$$

En la siguiente tabla se muestra los consumos diarios de los diferentes circuitos eléctricos:

Tabla 2: Consumo diario de los diferentes circuitos con sus respectivos equipos eléctricos de la familia Espinoza Bórquez, fuente: Los Autores

#	CIRCUITO	HORAS	POTENCIA (W)	CONSUMO DIARIO ENERGIA (Wh)/día	DIAS	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWh)/mes
1	ILUMINACION	4	54	216	30	0.648
2	TOMACORRIENTES	3	60	180	30	0.54
3	TELEVISION	3	80	240	30	0.72
TOTAL						
		10	194	636		1.908

Ecuación 2: Consumo total diario de los circuitos instalados.

$$C_T = CD_1 + CD_2 + CD_3$$

$$C_T = 216 + 180 + 240$$

$$C_T = 636 [W]$$

3.2.2 Análisis Ambiental de la Comunidad Masa 2

Para el cálculo del sistema debe tener las condiciones requeridas para la comunidad, además que los equipos cumplan con las normas requeridas para soportar las condiciones ambientales del sector, además de cumplir las siguientes características:

- Localización: latitud sur 2.38; longitud oeste 79.86.
- Temperatura: máxima 50°C, mínima 20°C.
- Altura sobre el nivel del mar: 6 m s. n. m.
- Humedad relativa: 84%.
- Precipitaciones: 780 mm/año (promedio).
- Radiación solar: 1.5 kWh/m² (año).

3.3 Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico

Para el cálculo del sistema foto voltaico es necesario que tengamos el cálculo de la demanda de la vivienda, ya que basados en el podremos realizar los siguientes cálculos:

- Cálculo de ángulo óptimo de inclinación para los paneles fotovoltaicos.
- Potencia y dimensionamiento de panel fotovoltaicos.
- Calculo y dimensionamiento del inversor.
- Dimensionamiento del banco de baterías.

3.3.1 ÁNGULO ÓPTIMO DE INCLINACIÓN DE PANELES

Para calcular el ángulo de inclinación del panel fotovoltaicos es variante por la aplicación que se le va a dar, recordemos que en Ecuador tenemos incidencia solar muy constante por su ubicación geográfica, por lo cual nos basaremos en los siguientes casos:

Basamos en el peor mes del año donde hay menos radiación solar, para lo cual utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Ángulo óptimo de inclinación de paneles FV.

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

Donde:

β = Ángulo óptimo.

ϕ = Latitud del lugar.

Reemplazando tenemos:

$$\beta = |2.45| + 10$$

$$\beta = 12.45^\circ$$

Por lo cual trabajaremos con un ángulo de:

$$\beta = 13^\circ$$

3.3.2 Demanda Total del Sistema

Para calcular el consumo diario de energía que el sistema requiere para bastecer el consumo establecido en el ítem 3.2.1, tomamos en consideración el valor de eficiencia con los diferentes dispositivos que hay que tomar en cuenta con los dispositivos que interactúan con el sistema, utilizando la siguiente ecuación.

Ecuación 4: Demanda total del Sistema FV.

$$D_r = \frac{D_{Dct}}{\eta_{bat}} + \frac{D_{Act}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{inv}}$$

Donde:

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

D_{Dct} = Energía diaria requerida en DC (Wh) .

D_{Act} = Energía diaria requerida en AC (Wh) .

η_{bat} = Rendimiento del sistema de acumulación de energía (Batería) .

η_{inv} = Rendimiento del equipo inversor.

Si se tiene una referencia de una eficiencia del 90% para el inversor y 95% para las baterías, reemplazando valores obtenemos:

$$D_r = \frac{0}{0.90} + \frac{636 \left(\frac{Wh}{día} \right)}{0.90 \cdot 0.95}$$

$$D_r = 743.86 \left(\frac{Wh}{día} \right)$$

3.3.3 Dimensionamiento de Paneles Fotovoltaico

Cuando dimensionamos el panel foto voltaico, es importante obtener de una fuente confiable los datos meteorológicos de la zona donde se va a instalar, así podemos realizar el cálculo de las horas solar pico (HSP), como queremos proyectar la demanda de todo el año vamos a coger el más aproximado al sector seleccionado, en nuestro caso consideramos HSP=3.95.

Tabla 3: Radiación global horizontal, fuente: Los Autores.

Mes	Radiación Horizontal Global
Ene	4,15
Feb	4,17
Mar	4,36
Abr	4,41
May	3,95
Jun	3,62
Jul	3,69
Agos	3,95
Sep	4,11
Oct	4,02
Nov	4,21
Dic	4,17

3.3.4 Cálculo de la Potencia del Generador Fotovoltaico

La energía generada por el panel fotovoltaico requiere de varios factores como la radiación solar, a causa de esto se producen algunas pérdidas en los dispositivos utilizados en el sistema, por lo cual tenemos en consideración un factor de energía del 90 %.

Para la potencia que requerimos para el panel fotovoltaico se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 5: Potencia del generador fotovoltaico.

$$P_{Gf} = \frac{D_r \cdot 1.25}{HSP \cdot PR}$$

Donde:

P_{Gf} = Potencia generada por paneles fotovoltaicos.

D_r = Demanda energética media diaria.

PR = Factor de funcionamiento global = 0.90.

Se define un factor de sobredimensionamiento del 25% de la potencia nominal, resolviendo tenemos:

$$P_{Gf} = \frac{636 \cdot 1.25}{3.62 \cdot 0.90}$$
$$P_{Gf} = 244.01 \text{ (Wp)}$$

3.3.5 Selección del Óptimo Panel Fotovoltaico

Encontraremos en la siguiente tabla un resumen de los paneles fotovoltaicos que se cotizaron y se encuentran actualmente en el mercado:

Tabla 4: Paneles solares en el disponibles en el mercado local, fuente: Los Autores.

Ítem	Modulo FV	Wp	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Jinko Solar JKM280PP-60	280	2	\$ 148.34	\$ 296.68
2	GI POWER GP-150P-36	150	3	\$ 141.75	\$ 425.25
3	Panel solar Monocristalino	330	2	\$ 153.00	\$ 306.00
4	Panel solar JKM345M-66HB	345	1	\$ 187.64	\$ 187.64

En nuestro caso escogimos el Jinko Solar de 345 Wp, ya que cumple con el requerimiento para la potencia de generación además de un costo más económico.

3.3.6 Dimensionamiento del Banco de Baterías

En el sistema de acumulador de energía debemos tener en cuenta las siguientes características:

3.3.6.1 Tensión de Trabajo

La tensión de trabajo está dada en 12, 24, 48, 120 VDC, por recomendación y técnicos con mayor eficiencia del sistema cuando hay cargas DC, se debe seleccionar un voltaje mayor a la carga, en el caso que predominen las cargas AC, se debe seleccionar un nivel de voltaje que sea compatible a la entrada del inversor.

En nuestro sistema optamos por utilizar un voltaje de 12 V o 24 V ya que contamos con una potencia baja, en este caso aplicaremos 24 V para nuestro sistema.

3.3.6.2 Días de Autonomía

La cantidad máxima de los días que nuestro sistema puede funcionar y alimentar los dispositivos que están conectados sin recibir radiación solar además del límite de profundidad máxima de descarga de la batería, dependemos del factor climático del lugar

donde este ubicado nuestro sistema además del tipo de uso o aplicación que le demos. Es de suma importancia que mientras tengamos más días de autonomía, el inversor aumenta de una forma considerable su capacidad.

Tabla 5: Días de autonomía, fuente: Los Autores.

Mes	Días de No sol Consecutivo en 1 semana (días)
JAN	1.37
FEB	1.09
MAR	1.0
APR	0.96
MAY	1.08
JUN	0.97
JUL	0.92
AUG	0.83
SEP	0.98
OCT	1.06
NOV	1.07
DEC	1.36

Como se ve en la Tabla 5, vemos que hay tiempo no que no tenemos sol consecutivamente en dentro de la semana la cual tiene 7 días, ya que la comunidad masa 2 se encuentra en una ubicación geográfica que de acuerdo con la base de datos de data access viewer de la página de la nasa, podemos ver que el tiempo máximo que puede estar el panel sin obtener radiación solar, es de 1 día y medio como máximo.

En nuestro análisis hemos planificado 2 días de autonomía para el sistema de baterías, este análisis lo efectuamos a base de los valores máximos de consumo energético de nuestro sistema, para cuando tengamos un consumo bajo tengamos un tiempo de mayor autonomía.

3.3.7 Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías

En el siguiente calculo vamos a obtener la capacidad que requiere el banco de baterías para cumplir con lo requerimos en nuestro diseño:

Ecuación 6: Capacidad del banco de baterías.

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

Donde:

C_{Bat} = Capacidad el bando de baterías (Ah) .

D_r = Demanda energética media diaria .

N = Días de autonomía .

P_{dm} = Profundidad máxima de descarga .

F_{ct} = Factor de compensación térmica .

Reemplazando:

$$C_{Bat} (Ah) = \frac{636 \cdot 2}{24 \cdot 0.60 \cdot 1}$$

$$C_{Bat} (Ah) = 88.33 (Ah)$$

3.3.8 Selección de las Baterías

En la siguiente tabla vemos las baterías de plomo – ácido que están en el mercado, para lo cual hemos realizado un comparativo de cotizaciones para el banco de baterías que requerimos:

Tabla 6: Baterías de plomo ácido disponibles en el mercado local, fuente: Los Autores.

CARACTERISTICA DE BATERIAS DISPONIBLES									
Ítem	Bateria	Vsist	VBat	Ah	Nº Bat Parale	Nº Bat Serie	Cant	Precio Unit	Precio Total
1	Ritar Power DC12-1150	24	12	150	1	2	2	\$ 439.90	\$ 879.80
2	Bateria DC12-200Ah	24	12	200	1	2	2	\$ 459.51	\$ 919.02
3	Ritar Power DC12-100	24	12	100	2	2	4	\$ 233.82	\$ 935.28
4	Ritar Power DC12-100	24	12	100	1	2	2	\$233.82	\$ 467.64

Como se puede observar en la Tabla 6, las baterías de plomo-ácido disponibles en el mercado local, por lo cual requerimos la del ítem 4 la Ritar Power DC12-100, cumple con eficiencia para nuestro sistema.

3.3.9 Dimensionamiento del Controlador de Carga

El regulador o controlador, es el que tiene el trabajo de manejar la carga y descarga del banco de baterías, por lo cual debemos dimensionarlo de tal forma que soporte la corriente de entrada que viene del generador fotovoltaico y las de salida para las cargas. Para este dimensionamiento de regulador se recomienda que debe soportar entre 20% y 25% el controlador de la máxima corriente de operación.

Para el cálculo de la corriente de entrada al regulador de carga utilizaremos la siguiente ecuación:

Ecuación 7: Corriente de entrada al regulador.

$$I_{in} = Fs \cdot I_{modsc} \cdot N_p$$

Donde:

I_{in} = Corriente de entrada del regulador.

I_{modsc} = Corriente de cortocircuito de un panel fotovoltaico.

N_p = Número de ramales en paralelo.

Fs = Factor de seguridad del regulador en este caso será de 1.25.

Para la corriente de salida que tiene que soportar el controlador utilizaremos la siguiente ecuación:

Ecuación 8: Corriente de salida al regulador.

$$I_{sal} = \frac{Fs \cdot \left(P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}} \right)}{V_{bat}}$$

Donde:

$$P_{DC} = \text{Potencia de carga en DC.}$$

$$P_{AC} = \text{Potencia de carga en AC.}$$

Realizaremos el siguiente calculo correspondiente con la ecuación 7 una corriente de entrada:

$$I_{in} = 1.25 \cdot 10.33 \cdot 1$$

$$I_{in} = 12.66 [A]$$

Para obtener la potencia de salida con la ecuación 8:

$$I_{sal} = \frac{1.25 \cdot \left(0 + \frac{220}{0.90}\right)}{24}$$

$$I_{sal} = 12.73 [A]$$

3.3.10 Selección del Controlador de Carga

En la Tabla 7, mostramos los controladores de carga que se cotizaron y están disponibles en el mercado local:

Tabla 7: Corriente de entrada al regulador, fuente: Los Autores.

CARACTERISTICA DE CONTROLADORES DE CARGA					
Ítem	Controlador de Carga	I (A)	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Blue Solar PWM 12/24V-30A	30	1	\$ 82,68	\$ 82,68
2	Blue Solar MPPT 100/30	30	1	\$ 370,96	\$ 370,96
3	Smart Solar MPPT 75/15	15	1	\$ 150,17	\$ 150,17

Con los cálculos que realizamos y los resultados que hemos obtenido podemos ver que el ítem 3 Smart Solar MPPT 75/15, es el más adecuado para aprovechar de mejor forma la generación fotovoltaica que requerimos.

3.3.11 Dimensionamiento del Inversor

En todo sistema eléctrico tiene cargas de AC por lo cual es necesario un inversor de DC/AC que cumpla las siguientes características:

- Potencia Nominal.
- Voltaje Nominal en la entrada.
- Voltaje Nominal en la salida.
- Frecuencia de trabajo.
- Rendimiento.

El cálculo para el dimensionamiento de la potencia del inversor utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 9: Dimensionamiento del inversor.

$$P_{inv} = 1.20 \cdot P_{AC}$$

Reemplazando obtenemos:

$$P_{inv} = 1.20 \cdot 220$$

$$P_{inv} = 264 [W]$$

3.3.12 Selección del Inversor DC/AC

Tabla 8: Corriente de entrada al regulador, fuente: Los Autores.

CARACTERISTICA DE INVERSORES					
Ítem	Inversor	VA	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Phoenix Inverter 12/250 120V	250	1	\$ 181.91	\$ 181.91
2	Phoenix Inverter 12/250 120V	250	1	\$ 160.75	\$ 160.75
3	Phoenix Inverter 24/250 120V	250	1	\$ 205.79	\$205.79

Como se muestra en la Tabla 8, hemos seleccionado el ítem 3 Phoenix Inverter 24/250 120V ya que este cumple con los requerimientos de voltaje y potencia para el sistema.

3.3.13 Sistema Fotovoltaico Propuesto

Una vez hechos los cálculos con la finalidad de dimensionar los equipos para el sistema fotovoltaico autónomo, pueda cubrir las necesidades que requieren los habitantes de la vivienda, pudimos obtener un sistema fotovoltaico con las siguientes características:

- 1 panel solar fotovoltaico Cheetah Plus HC 66MB 345-365 Watt.
- 1 controlador de carga Victron Energy SmartSolar MPPT-75/15.
- 2 baterías Ritar Power 12Vdc 100AH.
- 1 inversor Phoenix 24/250.

A continuación, en el ítem 3.4, se muestra el diseño eléctrico de la vivienda de la familia Espinoza Bórquez y en el ítem 3.5, se muestra el esquema de conexión del sistema fotovoltaico en la vivienda.

3.4 Diseño Eléctrico de la vivienda de familia Espinoza Bórquez

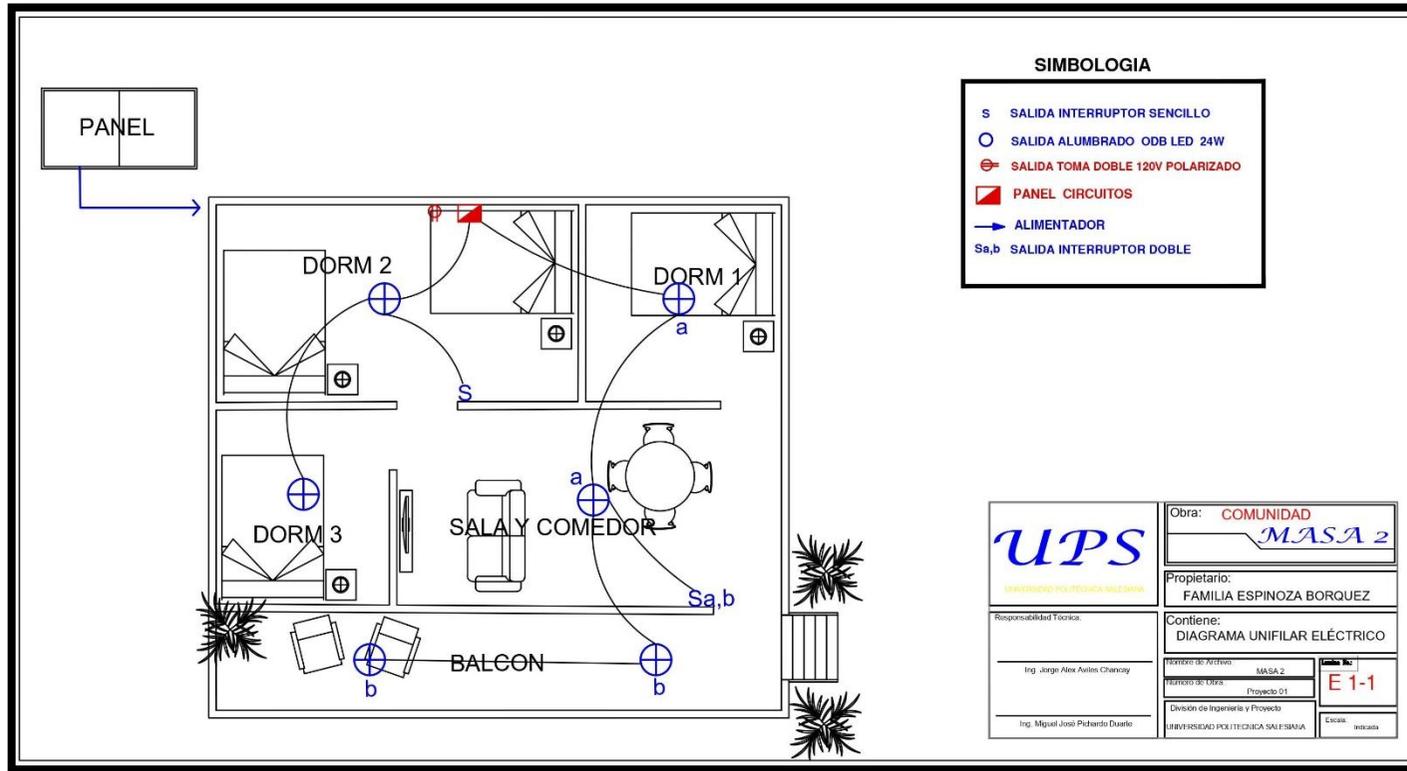


Figura 23: Diseño eléctrico de la vivienda de la familia Espinoza Bórquez, fuente: Los Autores.

3.5 Diseño empleado del Sistema Fotovoltaico

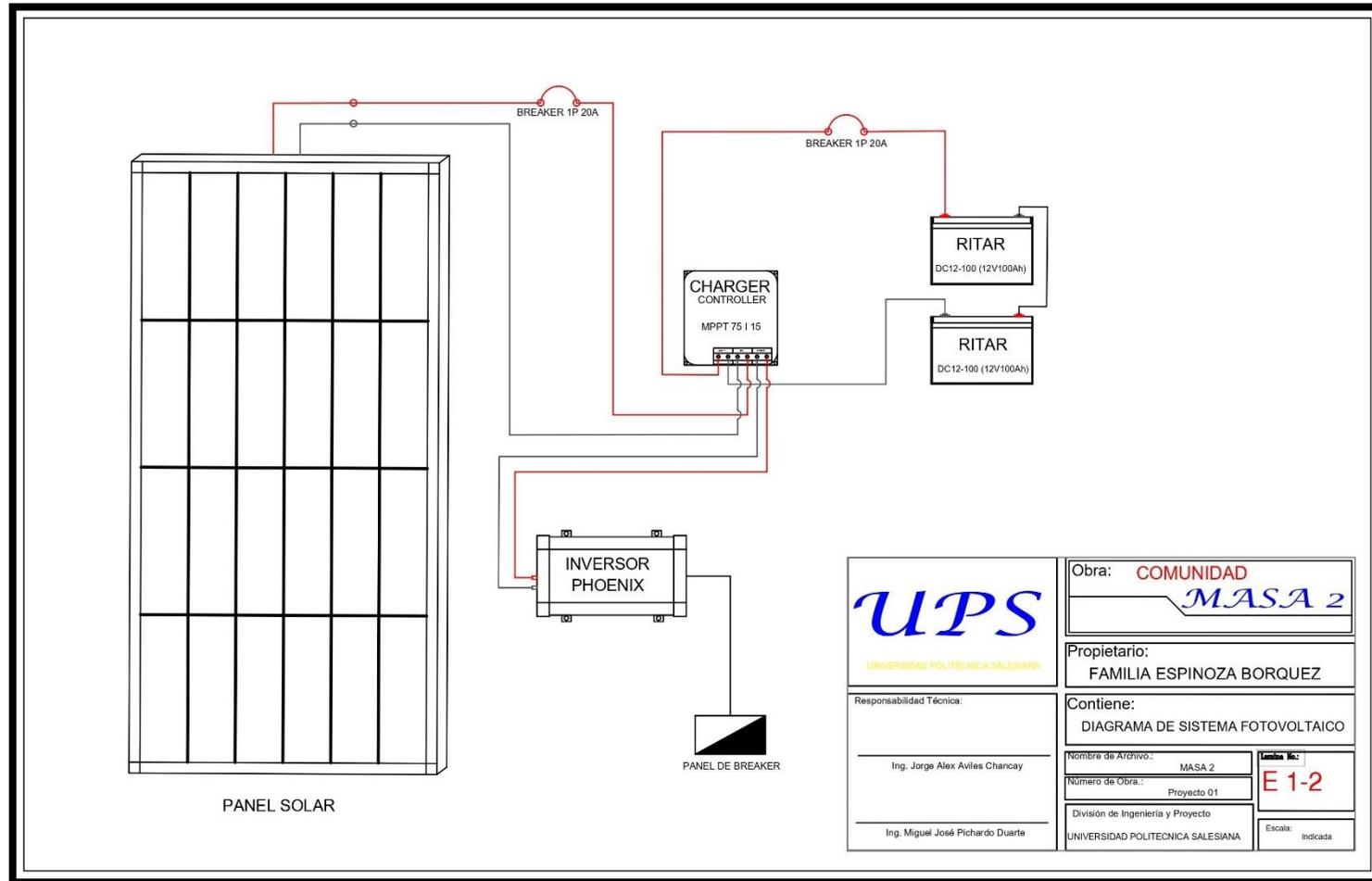


Figura 24: Diseño empleado del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.

3.6 Software de PVSYS empleado en el Sistema FV

PVSYST es un software potente que es utilizado muy a menudo para los diseños e instalaciones de sistemas solares fotovoltaicos, lo pueden usar arquitectos, ingenieros e investigadores, también es empleado en el área educativa por varias universidades a nivel mundial, tiene manuales los cuales indican los debidos procedimientos de los diversos modelos que manejan, puede importar datos meteorológicos, así como también información personal del autor, asociación o universidad. Para el diseño de un sistema solar fotovoltaico se debe realizar un procedimiento que es corto y ágil:

1. Se debe de indicar la potencia deseada o el área disponible donde se implementará nuestro diseño del sistema FV.
2. Se debe escoger los equipos indicado del diseño del sistema FV.
3. Se agregan parámetros y datos necesarios para la simulación.

El software tiene añadido un sistema de mensaje de advertencia o de errores codificados por colores, en el caso que encuentre alguna anomalía o error en el diseño del sistema solar fotovoltaico, los resultado del programa se da por la producción total de energía en MW/Año y es esencial para la evaluación de la rentabilidad del sistema fotovoltaico, y el índice de rendimiento PR describe la calidad del sistema en sí, la energía específica si es un indicador de producción basado en la irradiación disponible (PVSYST Photovoltaic Software, 2022).



Figura 25: Software PVSYS, fuente: (PVSYST Photovoltaic Software, 2022).

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Características del Sistema Fotovoltaico en PVSYST

Las diversas características que emiten el software de PVSYST es un informe de la simulación en el sector de la comunidad masa 2, en la cual muestra:

- Datos del proyecto.
- Resumen de los parámetros.
- Características técnicas del conjunto FV.
- Necesidad del usuario.
- Valores anuales
- Índice de rendimiento y fracción solar.
- Balances y resultados principales.
- Leyendas
- Diagramas entrada / salida diaria.
- Diagrama de pérdidas.

4.2 Análisis de resultados a partir del software de PVSYST del

Sistema FV

4.2.1 Resumen del proyecto parámetros de la simulación

Proyecto :	Comunidad Masa 2			
Sitio geográfico	Comuna Masa 2	País	Ecuador	
Ubicación	Latitud	-2.38° S	Longitud	-79.86° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT-5	Altitud	10 m
	Albedo	0.20		
Datos meteorológicos:	Comuna Masa 2	Meteonorm 7.2, Sat=100% - Sintético		
Variante de simulación : Nueva variante de simulación				
	Fecha de simulación	12/05/22 17h34		
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Orientación plano captador	Inclinación	13°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Necesidades del usuario :	Cons. Doméstico media	Constante durante el año 0.8 kWh/Día		

4.2.2 Características del conjunto FV

Características del conjunto FV				
Módulo FV	Si-poly	Modelo	JKM 345PP-72-DV	
Base de datos PVSyst original		Fabricante	Jinkosolar	
Número de módulos FV		En serie	1 módulos	En paralelo 1 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	1	Pnom unitaria 345 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	345 Wp	En cond. de funciona. 312 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	35 V	I mpp 8.9 A
Superficie total		Superficie módulos	2.0 m²	Superficie célula 1.8 m ²
Parámetros del sistema				
		Tipo de sistema	Sistema aislado	
Batería		Modelo	Volta 6SB100	
		Fabricante	Volta	
Características del paquete de baterías		Núm. de unidades	2 en serie	
		Voltaje	24 V	Capacidad nominal 100 Ah
		Descarga: mín. SOC	20.0 %	Energía almacenada 1.9 kWh
		Temperatura	Fijada (20°C)	
Regulador		Modelo	SmartSolar MPPT 75/10 24V	
		Fabricante	Victron	
		Tecnología	MPPT converter	Coef. temp. -2.7 mV/°C/elem.
Convertidor		Eficiencias Máx. y EURO	98.0 / 96.0 %	
Umbral de Regulación Baterías		Umbral de mando según	Battery voltage	
		Carga	26.7 / 25.1 V	Corresp. SOC 0.90 / 0.75
		Descarga	23.5 / 24.4 V	Corresp. SOC 0.18 / 0.45

4.2.3 Factores de pérdida del conjunto FV

Factores de pérdida del conjunto FV				
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (viento)	0.0 W/m ² K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Res. global conjunto	67 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Diodos en Serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdidas	1.8 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	-0.8 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

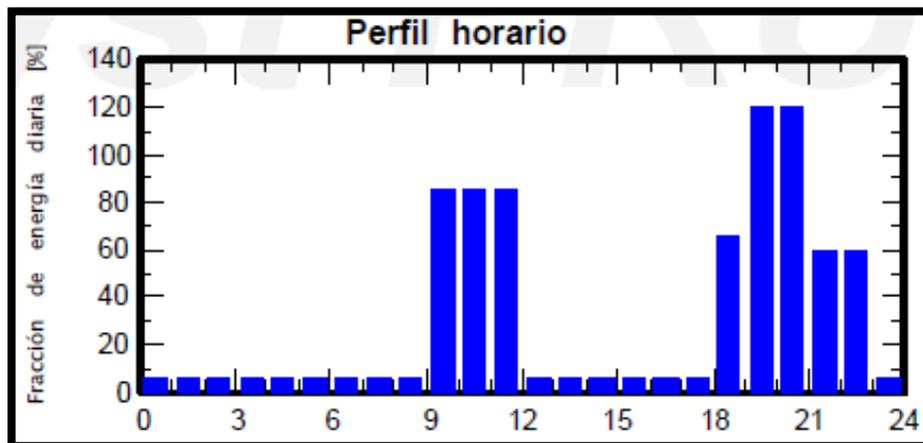
4.2.4 Necesidades detalladas del usuario

Proyecto :		Comunidad Masa 2		
Variante de simulación :		Nueva variante de simulación		
Parámetros principales del sistema				
Orientación Campos FV	Tipo de sistema	Sistema aislado con baterías		
Módulos FV	inclinación	13°	acimut	0°
Conjunto FV	Modelo	JKM 345PP-72-DV	Pnom	345 Wp
Batería	Núm. de módulos	1	Pnom total	345 Wp
Paquete de baterías	Modelo	Volta 6SB100	Tecnología	Pb-ácido, sellada, tubular
Necesidades del usuario	Núm. de unidades	2	Voltaje / Capacidad	24 V / 100 Ah
	Cons. Doméstico	Constante durante el año	Global	285 kWh/año
Cons. Doméstico, Constante durante el año, media = 0.8 kWh/día				

4.2.5 Valores anuales

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	6	9 W/lámpara	4 h/día	216 Wh/día
TV / PC / Mobile	1	60 W/art.	3 h/día	180 Wh/día
Domestic appliances	1	80 W/art.	3 h/día	240 Wh/día
Stand-by consumers			24 h/día	144 Wh/día
Energía total diaria				780 Wh/día

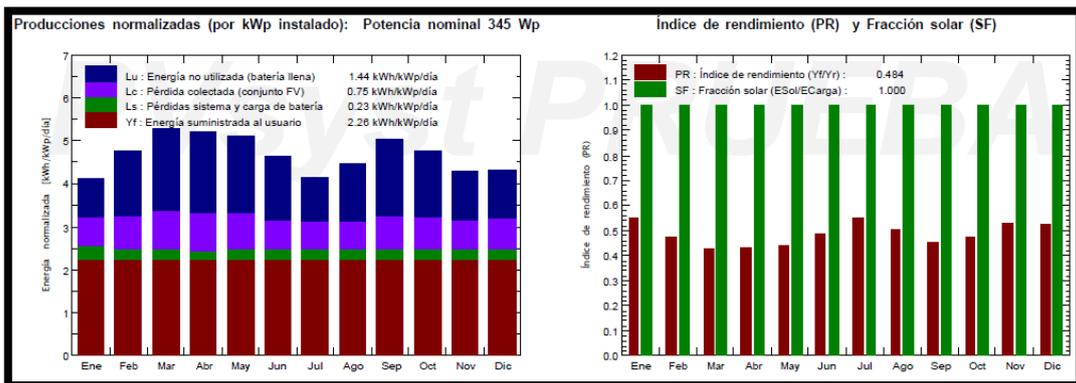
4.2.6 Perfil horario



4.2.7 Resultados principales

Resultados principales de la simulación				
Producción del sistema	Energía disponible	483.9 kWh/año	Produc. específica	1403 kWh/kWp/año
	Energía utilizada	284.7 kWh/año	Energía precedente (inutilizado)	181.2 kWh/año
	Índice de rendimiento (PR)	48.36 %	Fracción solar (SF)	100.00 %
Pérdida de carga	Fracción de tiempo	0.0 %	Energía faltante	0.0 kWh/año
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste (EOD))	EDD	86.8%	EDD estático	90.0%
	Duración de vida de la batería	7.6 años		

4.2.8 Producciones normalizadas e índice de rendimiento y fracción solar



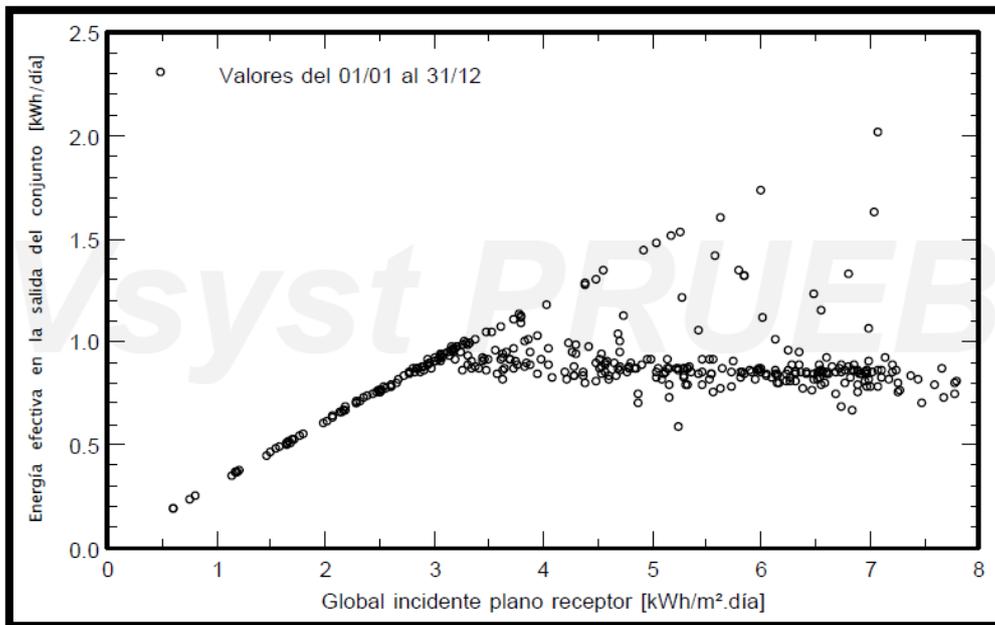
4.2.9 Nueva variante de simulación – balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
Enero	139.1	122.7	35.95	9.67	0.000	24.18	24.18	1.000
Febrero	140.3	128.2	37.48	14.29	0.000	21.84	21.84	1.000
Marzo	166.9	158.1	46.15	20.37	0.000	24.18	24.18	1.000
Abril	152.0	151.1	44.03	19.38	0.000	23.40	23.40	1.000
Mayo	148.0	154.0	44.75	19.02	0.000	24.18	24.18	1.000
Junio	129.7	135.1	40.14	15.33	0.000	23.40	23.40	1.000
Julio	120.3	124.3	36.43	10.87	0.000	24.18	24.18	1.000
Agosto	134.6	133.9	40.13	14.32	0.000	24.18	24.18	1.000
Septiembre	150.9	146.0	43.02	18.15	0.000	23.40	23.40	1.000
Octubre	153.2	142.4	41.81	16.13	0.000	24.18	24.18	1.000
Noviembre	138.1	123.6	36.34	11.55	0.000	23.40	23.40	1.000
Diciembre	147.1	128.6	37.72	12.16	0.000	24.18	24.18	1.000
Año	1720.2	1648.0	483.95	181.24	0.000	284.70	284.70	1.000

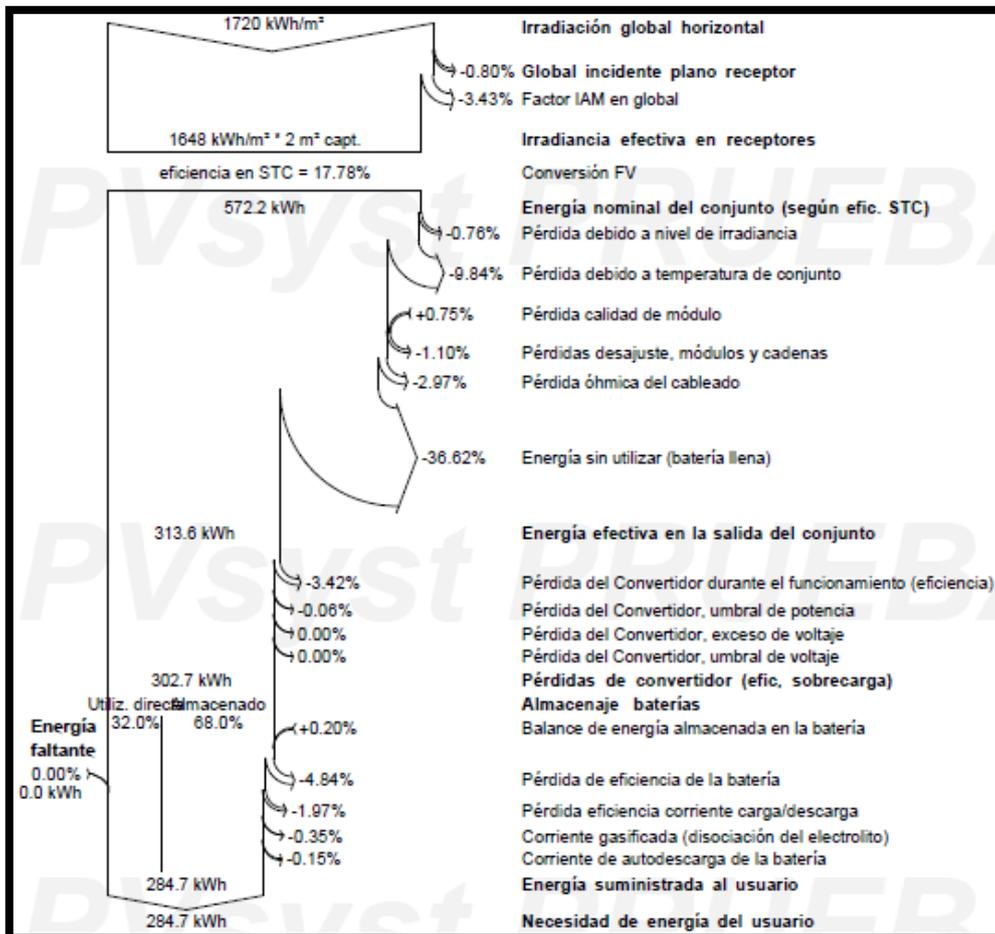
4.2.10 Leyendas

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	E_Miss	Energía faltante
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_User	Energía suministrada al usuario
E_Avail	Energía solar disponible	E_Load	Necesidad de energía del usuario
EUnused	Energía sin utilizar (batería llena)	SolFrac	Fracción solar (Eutilizada/Enecesitada)

4.2.11 Diagrama entrada / salida diaria



4.2.12 Diagrama de pérdidas



CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En primera instancia se realizó el estudio del sector de la comunidad masa 2 en una vivienda, la cuál fue la familia Espinoza Bórquez, se les consultó cuales son sus cargas eléctricas diarias que usan a menudo, para así lograr diseñar e implementar con éxito el proyecto técnico fotovoltaico.

Con los datos adquiridos de la consulta de las diversas cargas eléctricas de la familia Espinoza Bórquez se procedió a desarrollar los cálculos pertinentes de consumo y demanda, con estos cálculos se procedió a dimensionar cada equipo del sistema solar fotovoltaico y luego con la ayuda del software de PVSYS, se comprobó que nuestro proyecto técnico fotovoltaico era viable para ser implementado físicamente cumpliendo con las protecciones pertinentes en la instalación eléctrica dentro de la vivienda.

Se logró instalar el sistema fotovoltaico, con un arduo trabajo, con las visitas técnicas a la comunidad masa 2, la construcción del poste que funcionó como base para el montaje de los paneles fotovoltaicos y se brindó accesorio a varios de los habitantes de la comunidad masa 2 para que cuando manipulen los equipos o materiales de todo el proyecto del sistema solar fotovoltaico aislado logren dar un buen mantenimiento y así alargar la vida útil del proyecto técnico fotovoltaico.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda dar accesorias a los diversos habitantes en la comunidad masa 2 para que logren manipular y hacer algún tipo de maniobra en el proyecto del sistema solar fotovoltaico aislado.
- Se recomienda a la Universidad Politécnica Salesiana impulsar más estos proyectos que ayudan a diversas familias de escasos recursos y que se encuentran aislados de la ciudad.
- Se recomienda el uso del PVSYST para el estudio, diseño e implementación de sistemas solares fotovoltaicos, ya que es muy amigable y fácil de comprender.

CAPÍTULO 6

6. ANEXOS

6.1 DIAGRAMAS DE LA COMUNIDAD MASA 2

6.1.1 Geográfico

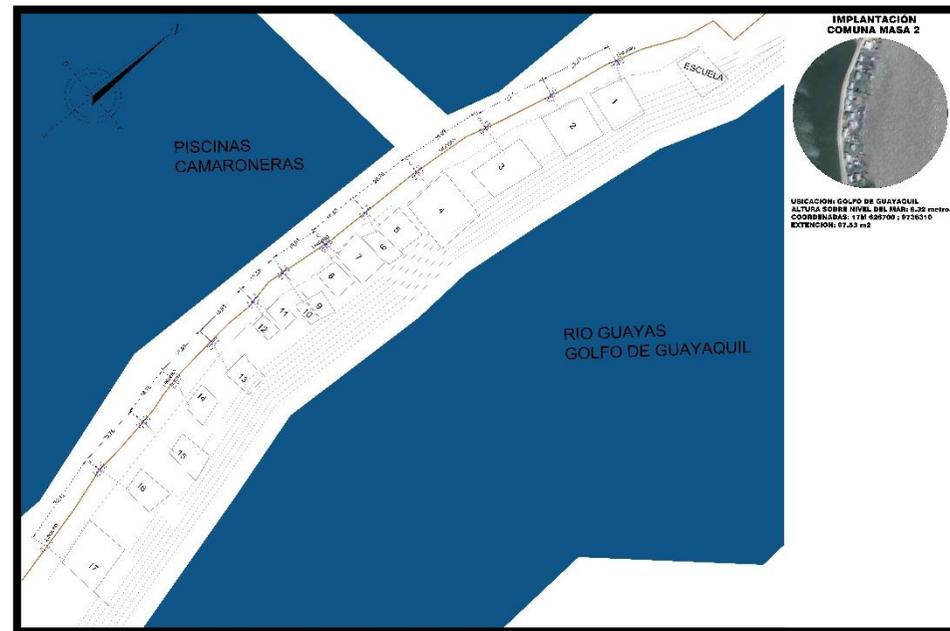


Figura 26: Plano Topográfico de la Comunidad Masa 2, fuente: Autoridades de la UPS - GYE.

6.2 FICHAS TÉCNICAS

6.2.1 Batería RITAR DC 12 V / 100 Ah



DC12-100(12V100Ah)



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	100Ah@20hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 29.0 Kg (Tolerance ±3.0%)
Internal Resistance	Approx. 5.5 mΩ
Terminal	F12(M8)/F5(M8)
Max. Discharge Current	1000A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Max. Charging Current	30.0 A
Reference Capacity	C3 76.4AH C5 86.1AH C10 95.2AH C20 100.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharging. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offer 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment and cable TV etc.

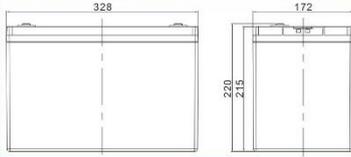
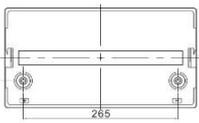
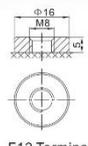




RJ[®] CE

MH 28539

Dimensions

Length	328±2mm (12.9 inches)
Width	172±2mm (6.77 inches)
Height	215±2mm (8.46 inches)
Total Height	220±2mm (8.66 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N°m
M6	8~10 N°m
M8	10~12 N°m

Unit: mm

Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F. V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	230.7	184.6	108.9	60.74	36.17	28.17	22.10	18.80	12.06	10.00	5.183
1.65V	212.5	172.6	103.2	58.67	34.96	27.31	21.44	18.21	11.96	9.905	5.155
1.70V	196.9	162.3	97.81	56.79	34.03	26.15	20.78	17.72	11.77	9.714	5.090
1.75V	180.7	152.0	93.95	55.00	32.72	25.48	20.21	17.22	11.58	9.619	5.000
1.80V	164.4	139.2	90.49	52.56	31.60	25.00	19.74	17.00	11.39	9.524	4.952
1.85V	128.6	115.2	76.73	46.91	28.90	23.27	18.51	15.65	10.73	8.952	4.905

Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

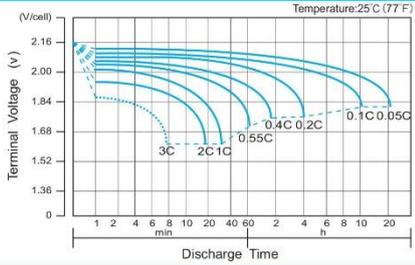
F. V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	392.8	322.0	197.9	114.0	68.39	53.50	42.59	35.58	23.50	19.61	10.35
1.65V	378.2	313.0	193.2	112.1	66.54	52.17	41.56	34.62	23.31	19.42	10.25
1.70V	353.0	296.3	183.9	108.8	64.88	50.17	40.23	33.76	23.03	19.05	10.16
1.75V	328.5	279.7	177.5	105.8	62.57	48.93	39.29	32.99	22.65	18.86	9.977
1.80V	302.6	258.5	171.8	101.4	61.15	48.65	38.53	32.54	22.28	18.67	9.885
1.85V	240.1	217.2	147.3	91.10	56.31	45.38	36.27	30.10	21.05	17.63	9.792

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values. The battery must be fully charged before the capacity test. The C₂₀ should reach 95% after the first cycle and 100% after the third cycle.

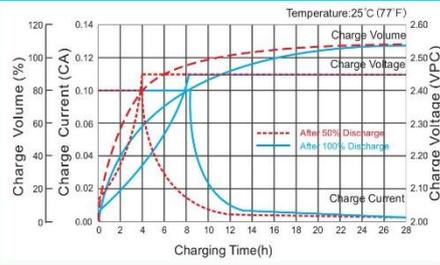
DC12-100(12V100Ah)



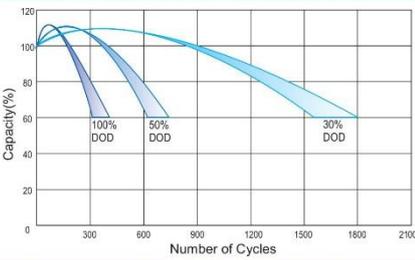
Discharge Characteristics Curve



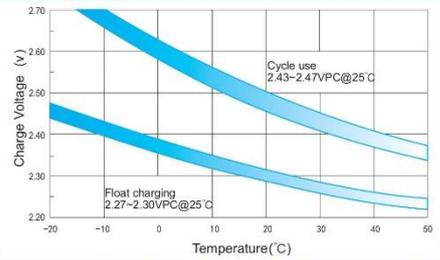
Charge Characteristic Curve for Cycle Use(IU)



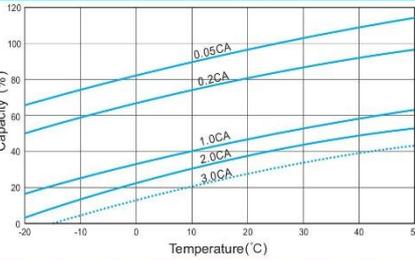
Cycle Life in Relation to Depth of Discharge



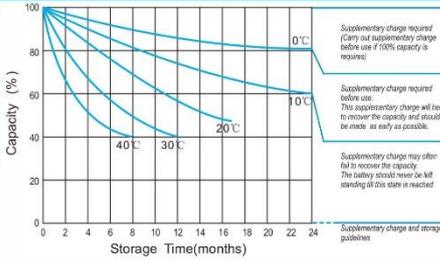
Relationship Between Charging Voltage and Temperature



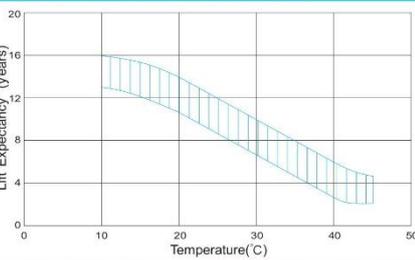
Temperature Effects on Capacity



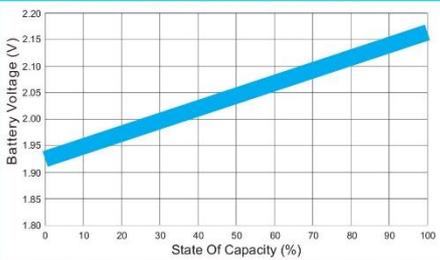
Storage Characteristics



Effect of Temperature on Long Term Life



Relationship of OCV And State of Charge(20°C)



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

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

Add: No.1 Huagong Road, Songmu Industrial Park, Shigu District, Hengyang, Hunan, China 421001
 Tel: +86-734-8595528 Fax: +86-734-8595518 E-mail: sales@ritarpower.com Version 20A-0

6.2.2 Controlador de Carga MPPT 75 V / 15 A



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

www.victronenergy.com



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 75/15



Detección de Bluetooth
Smart Battery Sense



Detección de Bluetooth
BMV-712 Smart Battery Monitor



Bluetooth Smart integrado

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

VE.Direct

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

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos 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 hasta alcanzar una tensión preestablecida. (Modelo 48V: interfaz con un relé) También se puede establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife.

La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

BatteryLife: gestión inteligente de la batería

Si un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "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.

Sensor de temperatura interna

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

Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería vía Bluetooth

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

Función de recuperación de baterías completamente descargadas

Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios.

Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección automática)		12 / 24V		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 – on de la carga		12V: 19 mA 24V: 16 mA		26 / 20 / 19 mA
Autoconsumo – off de la carga		12V: 10 mA 24V: 8 mA		10 / 8 / 7 mA
Tensión de carga de "absorción"		14,4V / 28,8V (ajustable)		14,4V / 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/Sobrecalentamiento		
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)		
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales de conexión	6 mm ² / 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
NORMATIVAS				
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.				

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



6.2.3 Inversor Phoenix 24 V / 250 VA

Inversores Phoenix

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

www.victronenergy.com



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

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

Totalmente configurable:

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

Seguimiento:

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

Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO

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

Interruptor on/off remoto

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

Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

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

Disponible con tres tomas de corriente distintas

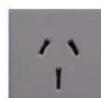
Schuko



UK



AU/NZ



IEC-320

(enchufe macho incluido)



Nema 5-15R



Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25°C (1)	250VA					
Potencia cont. a 25°C / 40°C	200 / 175W					
Pico de potencia	400W					
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)	230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%					
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V					
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3 / 18,6 / 37,2V					
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff					
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)	10,9 / 21,8 / 43,6V					
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V					
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V					
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 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)	0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO	Ajustable					
Protección (2)	a - f					
Rango de temperatura de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)					
Humedad (sin condensación)	máx. 95%					

CARCASA

Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)					
Conexión de la batería	Bornes de tornillo					
Sección de cable máxima:	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/8/8	35/25/25 mm ² / AWG 2/4/4	
Tomas de corriente CA estándar	230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R					
Tipo de protección	IP 21					
Peso	2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs	
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3.4 x 6.8 x 10.8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)	

ACCESORIOS

On/Off remoto	Sí					
Conmutador de transferencia automático	Filax					

ESTÁNDARES

Seguridad	EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1					
EMC	EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3					
Directiva de automoción	ECE R10-4					

- 1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1
2) Claves de protección:
a) cortocircuito de salida
b) sobrecarga
c) tensión de la batería demasiado alta
d) tensión de la batería demasiado baja
h) temperatura demasiado alta
f) ondulación CC demasiado alta



Alarma de batería

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



Monitor de baterías BMV

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



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

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



6.2.4 Panel Solar Sunergy 330 W 24 V Polycrystalino 72 Celdas

www.jinkosolar.com


Cheetah Plus HC 66MB

345-365 Watt

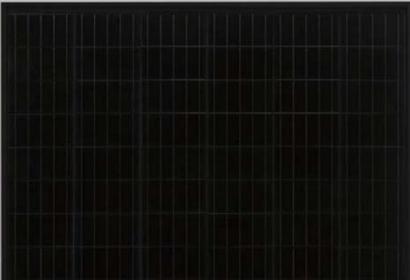
MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC, 66 Cell



PERC



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Efficiency

Higher module conversion efficiency (up to 19.88%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



Low-light Performance

Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.



Severe Weather Resilience

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



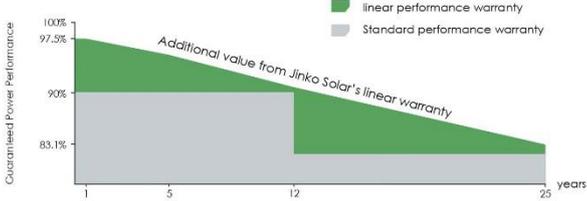
Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



■ linear performance warranty

■ Standard performance warranty





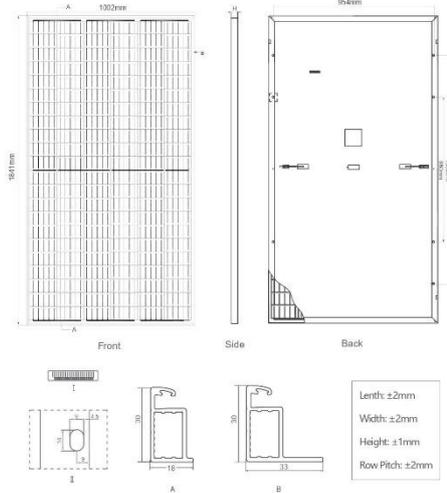


- ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 certified factory
- IEC61215, IEC61730 certified product

Nomenclature:
JKMxxxM-66/78HB-V

Code	Cell	Code	Frame	Code	Certification
null	Full	null	Silver	null	1000V
H	Half	B	B	V	1500V

Engineering Drawings

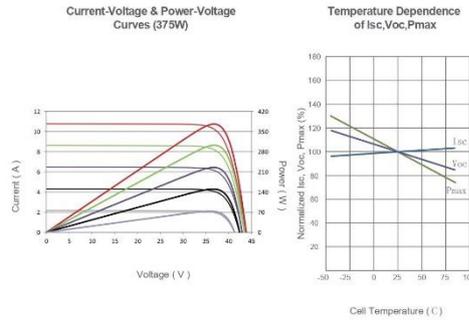


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

24pcs/pallet, 48pcs/stack, 840pcs/40' HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of cells	132 (6×22)
Dimensions	1841×1002×30mm (72.48×39.45×1.18 inch)
Weight	20.0 kg (44.09 lbs)
Front Glass	3.2mm Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM345M-66HB		JKM350M-66HB		JKM355M-66HB		JKM360M-66HB		JKM365M-66HB	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	345Wp	257Wp	350Wp	260Wp	355Wp	264Wp	360Wp	268Wp	365Wp	272Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	36.63V	33.51V	36.69V	33.60V	36.76V	33.69V	36.81V	33.78V	36.87V	33.82V
Maximum Power Current (Imp)	9.42A	7.66A	9.54A	7.75A	9.66A	7.84A	9.78A	7.93A	9.90A	8.03A
Open-circuit Voltage (Voc)	43.63V	41.09V	43.65V	41.12V	43.68V	41.14V	43.70V	41.16V	43.73V	41.19V
Short-circuit Current (Isc)	10.13A	8.18A	10.25A	8.28A	10.37A	8.38A	10.49A	8.47A	10.61A	8.57A
Module Efficiency STC (%)	19.24%		19.52%		19.79%		20.06%		20.33%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
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/m² 📱 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📱 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM345-365M-66HB-D1.3(2)-EN-F30

6.3 FOTOGRAFÍAS AUTORES



Figura 27: Materiales a utilizar en las instalaciones eléctricas de la residencia (tubería PVC, cajas de paso PVC, panel de breakers, piezas y acoples para montaje.), fuente: Los Autores.



Figura 28: Instalación y cableado estructurado para el sistema eléctrico, fuente: Los Autores.



Figura 29: Habilitación de dispositivo de entretenimiento en la sala de la residencia, fuente: Los Autores.



Figura 30: Capacitación para el correcto uso y funcionamiento de los sistemas de protección y del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.

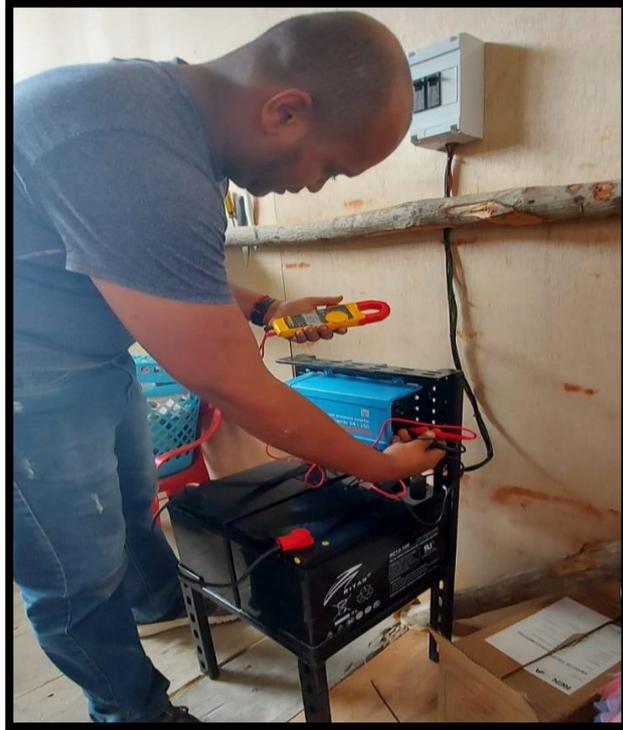


Figura 31: Lectura y medición antes del arranque del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.



Figura 32: Instalación y puesta de baterías en el soporte tipo banco, fuente: Los Autores.



Figura 33: Ubicación del sistema de control del panel fotovoltaico en el dormitorio de la residencia, fuente: Los Autores.

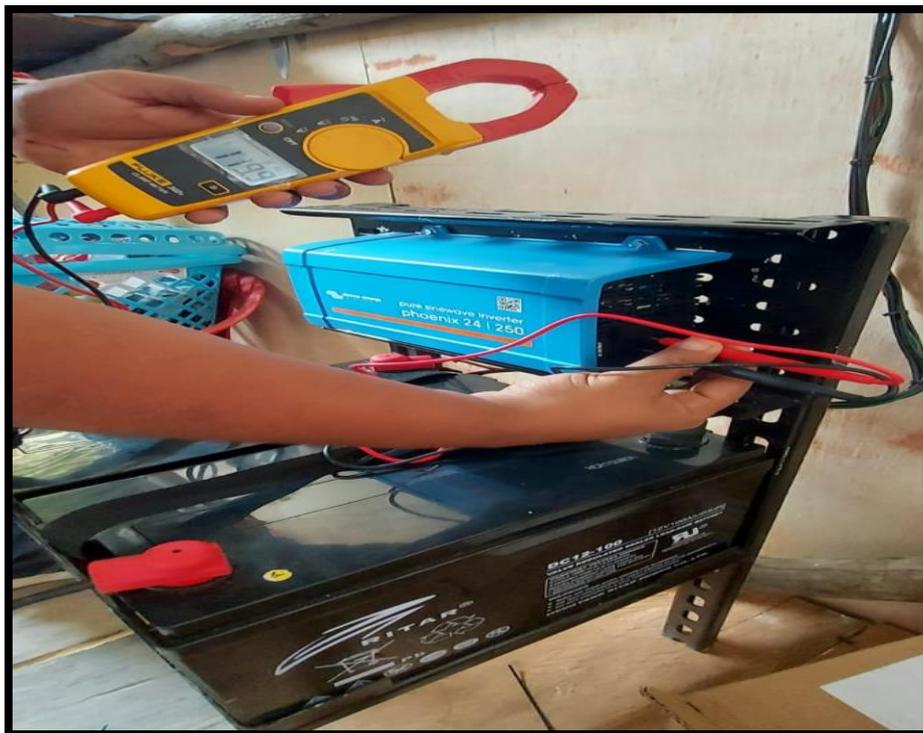


Figura 34: Medición de la salida de voltaje en el inversor. (L-N 110V L-T 110V), fuente: Los Autores.



Figura 35: Montaje y conexión del controlador de carga del sistema fotovoltaico, fuente: Los Autores.

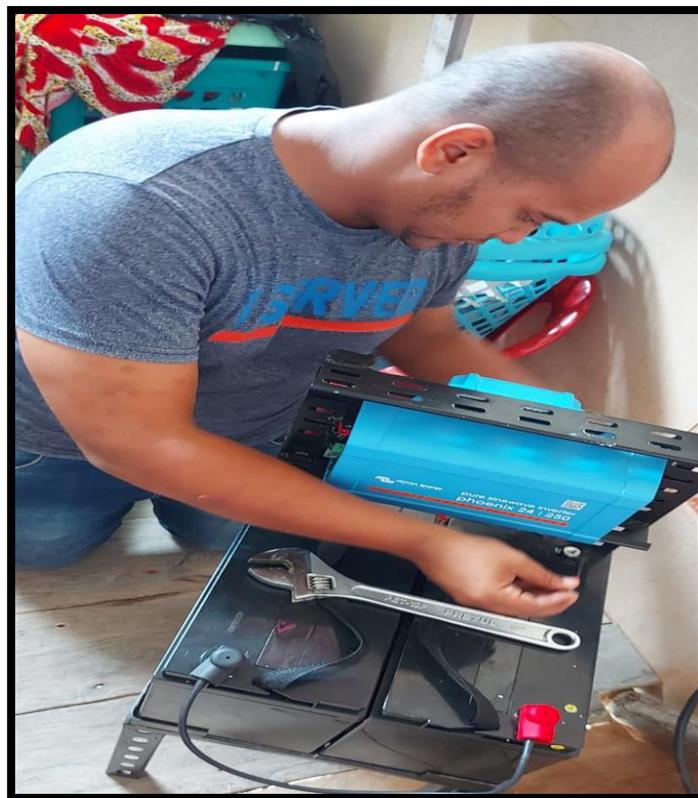


Figura 36: Montaje y anclaje del inversor en el soporte tipo banco, fuente: Los Autores.



Figura 37: Colocación de su respectiva puesta a tierra para protección del equipo Fotovoltaico, fuente: Los Autores.



Figura 38: Embutición de su correspondiente varilla a tierra como su respectivo aterrizaje, fuente: Los Autores.



Figura 39: Ajuste de la base del panel fotovoltaico al soporte tipo tubo o poste de anclaje, fuente: Los Autores.



Figura 40: Colocación del panel fotovoltaico en su respectivo soporte metálico, fuente: Los Autores.



Figura 41: Instalación y acople del poste con el soporte del panel fotovoltaico, fuente: Los Autores.



Figura 42: Montaje y encuadre del panel con el soporte, fuente: Los Autores.

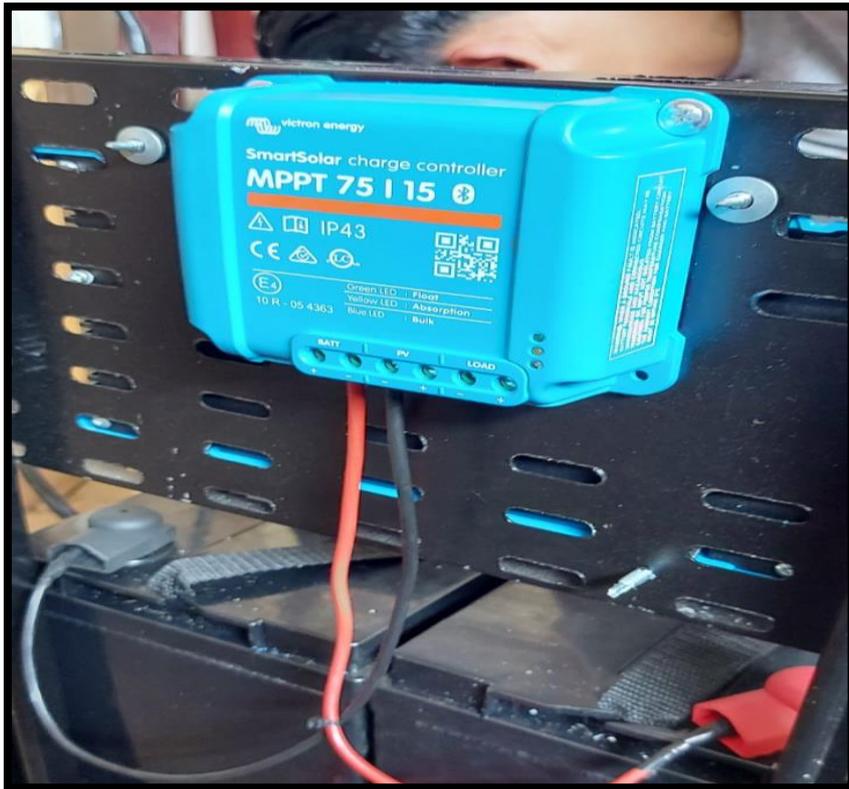


Figura 43: Conexión del controlador de carga hacia sus respectivos terminales de la batería, fuente: Los Autores.



Figura 44: Montaje e instalación de los paneles de breakers (Instalación residencial y del control del PF), fuente: Los Autores.



Figura 45: Instalación de un punto de tomacorriente 110v para cargas pequeñas, fuente: Los Autores.



Figura 46: Mezcla de arena y cemento para la base que soportará el panel Fotovoltaico, fuente: Los Autores.



Figura 47: Montaje de baterías 12 VDC en soporte tipo banco, fuente: Los Autores.



Figura 48: Colocación del muñeco soporte dentro del hueco tipo cajón a fundir, fuente: Los Autores.



Figura 49: Excavación en el terreno para el soporte del poste, fuente: Los Autores.



Figura 50: Platina de 4mm para soportar y estabilizar el poste a utilizar, fuente: Los Autores.



Figura 51: Armada y soldada del soporte a embutir dentro de la tierra excavada, fuente: Los Autores.



Figura 52: Acoplamiento de platina y alerones a la tubería de 3' para mayor soporte y estabilidad, fuente: Los Autores.



Figura 53: Soldadura de las respectivas piezas del tubo de soporte o poste en el taller, fuente: Los Autores.



Figura 54: Pulida de las imperfecciones que se realizó luego de soldar en la parte inferior de poste, fuente: Los Autores.

6.4 NORMAS O ESTÁNDARES TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS

EMPLEADOS EN EL SISTEMA FV

6.4.1 Batería RITAR DC 12 V / 100 Ah

1. Estándar: GB/T 19639. 1-2005 (GB/T 19639. 1-2005):

Este estándar técnico es empleado para condiciones de tecnología de batería VRLA pequeña, donde se deriva una norma adoptada la cuál es la IEC 61056-1-2002, MOD.

Está normativa desglosa los requisitos previos que deben de tener las baterías VRLA pequeña, las debidas pruebas y metodologías empleadas, su marcado, embalaje, transporte y almacenamiento (Chinese Standard, 2022).

Para adquirir o comprar el estándar se adjunta el enlace web:

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

2. Estándar: UNE-EN / IEC 61056-2002:

Este estándar técnico es empleado para las diversas condiciones y diseño de la batería RITAR, ya que se basa del tipo de acumuladores de plomo para uso general, con la opción de tener una válvula regulada (UNE-EN 61056-1:2003, 2022).

Para adquirir o comprar el estándar se adjunta el enlace web:

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

6.4.2 Controlador de Carga MPPT 75 V / 15 A

1. Normativa de Seguridad EN/IEC 62109-1:

Este estándar técnico es empleado para el controlador de carga MPPT 75 V / 15 A, el cual menciona la seguridad que se debe de tener en los convertidores de potencia empleados en los diversos sistemas solares fotovoltaicos, en esta normativa se indica los mínimos

requisitos para el diseño y fabricación de los equipos de conversión de potencia para la debida protección contra el riesgo de choque eléctrico, incendios, entre otros (INTE/IEC 62109-1:2018, 2022).

Para adquirir, visualizar el estándar IEC 62109-1:2018 se adjunta el enlace web:

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

6.4.3 Inversor Phoenix 24 V / 250 VA

1. Normativa de Seguridad EN/IEC 60335-1:

Este estándar técnico es empleado para el Inversor Phoenix 24 V / 250 VA, el cual menciona la seguridad que se debe de tener en los Inversores de potencia empleados en los diversos sistemas solares fotovoltaicos, en esta normativa se indica los mínimos requisitos para el diseño. También el estándar cubre equipos con voltajes nominales hasta 250 V en monofásico y 480 V para multifásicos, en el transcurso de los años el IoT, los equipos eléctricos, los electrodomésticos, entre otros han logrado que la seguridad sea primordial en el hogar (IEC 60335-1, 2020).

Para adquirir, visualizar el estándar IEC 60335-1 se adjunta el enlace web:

<https://www.cui.com/blog/iec-60335-1-explained-safety-standards-for-household-appliances>

6.4.4 Panel Solar Cheetah Plus HC 66MB 345-365 Watt

1. Normativa INTE/IEC 61215-1-1-2017:

Este estándar técnico es empleado para el panel o modulo solares fotovoltaicos, el cual menciona los requisitos para la cualificación del diseño y la homologación de los diversos módulos FV para el uso terrestre y adecuados para una operación de larga duración en ambientes exteriores generales, tal como lo menciona la norma IEC 60721-2-1, para los módulos de baja concentración las pruebas se realizan a niveles de intensidad de corriente, tensión y potencia esperados para el diseño del concentrador (INTE/IEC 61215-1-1-2017, 2022).

Para adquirir, visualizar el estándar INTE/IEC 61215-1-1-2017 se adjunta el enlace web:

<https://www.inteco.org/shop/inte-iec-61215-1-1-2017-modulos-fotovoltaicos-fv-para-uso-terrestre-cualificacion-del-diseno-y-homologacion-parte-1-1-requisitos-especiales-de-ensayo-para-los-modulos-fotovoltaicos-fv-de-silicio-cristalino-2280#:~:text=Esta%20parte%20de%20la%20Norma,Norma%20IEC%2060721%20%201>

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arancibia Bulnes, C., & Best Brown, R. (s.f. de Junio de 2010). *ENERGÍA DEL SOL*.

Obtenido de ENERGÍA DEL SOL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.revistaciencia.amc.edu.mx%2Fimages%2Fvista%2F61_2%2FPDF%2FEnergiaSol.pdf&chunk=true

Borbor Merchán, W. F. (20 de Noviembre de 2020). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio Institucional de la

Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19742>

Chinese Standard. (02 de Abril de 2022). *GB/T 19639.1-2005 (GBT 19639.1-2005)*.

Obtenido de GB/T 19639.1-2005 (GBT 19639.1-2005): <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBT19639.1-2005>

Componentes de un Sistema FV. (31 de Marzo de 2022). *Componentes de un Sistema FV*.

Obtenido de Componentes de un Sistema FV: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.mheducation.es%2Fbcv%2Fguide%2Fcapitulo%2F8448171691.pdf&clen=7575402&chunk=true

CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD. (31 de Marzo de 2022). *1 CONCEPTOS*

BÁSICOS DE ELECTRICIDAD. Obtenido de 1 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fpaginas.fisica.uson.mx%2Fhoracio.munguia%2Faula_virtual%2FCursos%

2F%2Frepository.uamerica.edu.co%2Fbitstream%2F20.500.11839%2F7038%2F1%2F632575-2017-II-GA.pdf&clen=1348936

IEC 60335-1. (19 de Mayo de 2020). *Normas de seguridad para electrodomésticos*.

Obtenido de Normas de seguridad para electrodomésticos:
<https://www.cui.com/blog/iec-60335-1-explained-safety-standards-for-household-appliances>

IEC, C. (24 de Marzo de 2022). *International Electrotechnical Commission*. Obtenido de

International Electrotechnical Commission: <https://iec.ch/who-we-are>

IEEE, A. T. (24 de Marzo de 2022). *IEEE org*. Obtenido de IEEE org:

<https://www.ieee.org/about/ieee-history.html>

INEN, I. (s.f. de Octubre de 2013). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de

Instituto Ecuatoriano de Normalización: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.normalizacion.gob.ec%2Fbuzon%2Fnormas%2Fnte_inen_iec_ts_61836extracto.pdf&chunk=true

INEN, N. (25 de Marzo de 2022). *INEN al servicio de un país de calidad*. Obtenido de

INEN al servicio de un país de calidad: <https://www.normalizacion.gob.ec/inen-al-servicio-de-un-pais-de-calidad/>

INTE/IEC 61215-1-1-2017. (05 de Abril de 2022). *INTECO*. Obtenido de INTECO:

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

INTE/IEC 62109-1:2018. (05 de Abril de 2022). *INTECO*. Obtenido de INTECO:
<https://www.inteco.org/shop/inte-iec-62109-1-2018-electrotecnia-seguridad-de-los-convertidores-de-potencia-utilizados-en-sistemas-de-potencia-fotovoltaicos-parte-1-requisitos-generales-2343#:~:text=Esta%20norma%20define%20los%20requi,los%20tipos%20de%200EC>

JINKOSOLAR. (20 de Mayo de 2022). *JINKOSOLAR*. Obtenido de JINKOSOLAR:
[chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.jinkosolar.com/uploads/Cheetah%20Plus%20JKM345-365M-66HB-D1.3\(2\)-EN-F30.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.jinkosolar.com/uploads/Cheetah%20Plus%20JKM345-365M-66HB-D1.3(2)-EN-F30.pdf)

LUMINOTECNIA. (31 de Marzo de 2022). *Cálculo Método de Lúmenes*. Obtenido de
Cálculo Método de Lúmenes: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Faducarte.weebly.com%2Fuploads%2F5%2F1%2F2%2F7%2F5127290%2Ffc%25C3%25A1lculo_de_iluminaci%25C3%25B3n.pdf&cflen=1815167&chunk=true

LUMINOTECNIA. (31 de Marzo de 2022). *Magnitudes y Unidades*. Obtenido de
Magnitudes y Unidades: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Faducarte.weebly.com%2Fuploads%2F5%2F1%2F2%2F7%2F5127290%2F_luminotecnia.pdf&cflen=6003416&chunk=true

MANUAL DE POLÍTICAS COMERCIALES. (08 de Noviembre de 2018). *CNEL EP*.
Recuperado el 25 de Junio de 2020, de CNEL EP:
http://www.cnelep.gob.ec/uploads/lotaip/links_a3/MN-GG-COM-001.pdf

Martínez, M. (s.f. de Mayo de 2016). *INFORMATIVO INIA - URURI*. Obtenido de *INFORMATIVO INIA - URURI*: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fpuntoganadero.cl%2Fimagenes%2Fupload%2F_5cc085baa668a.pdf&clean=281319&chunk=true

Mendoza Bravo, K. P., & Carrión Baque, L. A. (11 de Enero de 2021). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19743>

Método Cuantitativo. (05 de Abril de 2022). *Método Cuantitativo*. Obtenido de Método Cuantitativo: <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>

Natura Energy. (30 de Marzo de 2022). *NATURA ENERGY*. Obtenido de NATURA ENERGY: <https://www.naturaenergy.cl/product/panel-solar-330w-24v-sunergy-polycristalino-72-celdas>

Ordoñez Garzón, C. J., & Rivera Galarza, L. A. (s.f. de Marzo de 2021). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20326>

Orza Couto, A. (31 de Marzo de 2022). *TEMA 2 LA ELECTRICIDAD I*. Obtenido de *TEMA 2 LA ELECTRICIDAD I*: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.edu.xunta.gal%2Fcentros%2Fcpiantonioorzacouto%2Fsystem%2F>

files%2FTEMA%25202%2520LA%2520ELECTRICIDAD%2520I.pdf&clicn=4
43825

PVSYST Photovoltaic Software. (30 de Marzo de 2022). *PVSYST*. Obtenido de PVSYST:
<https://www.pvsyst.com/>

Renova Energía, V. R. (30 de Marzo de 2022). *RENOVA ENERGIA*. Obtenido de
RENOVA ENERGIA: [https://www.renova-
energia.com/productos/baterias_ritar_ra12100d_12v100ah-2/#](https://www.renova-energia.com/productos/baterias_ritar_ra12100d_12v100ah-2/#)

Salazar Méndez, J. M., & Tumbaco González, D. S. (s.f. de Septiembre de 2021).
Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de
Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21330>

SAMBITO, S. (s.f. de Febrero de 2012). *AUDITORÍA AMBIENTAL INTERNA AÑO
2011*. Obtenido de AUDITORÍA AMBIENTAL INTERNA AÑO 2011: chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%
2F%2Fwww.celec.gob.ec%2Ftranselectric%2Fimages%2Fstories%2Fbaners_ho
me%2FAA%2Faa1_lt_esclusas_trinitaria.pdf&clicn=791984&chunk=true

SOLAR TOP STORE. (30 de Marzo de 2022). *SOLAR TOP STORE*. Obtenido de
SOLAR TOP STORE: [https://www.solartopstore.com/collections/victron-
phoenix/products/victron-phoenix-24-250-ve-direct-uk](https://www.solartopstore.com/collections/victron-phoenix/products/victron-phoenix-24-250-ve-direct-uk)

Spiegeler, C., & Cifuentes, J. I. (31 de Marzo de 2022). *ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSGRADO USAC*. Obtenido de ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
USAC: [chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2)

F%2Fwww.repositorio.usac.edu.gt%2F4455%2F1%2FDEFINICION%2520E%
2520INFORMACION%2520DE%2520ENERGIAS%2520RENOVABLES.pdf
&cIen=178705&chunk=true&pdfilename=DEFINICION%20E%20INFORM

TeknoSolar. (30 de Marzo de 2022). *TEKNOSOLAR*. Obtenido de TEKNOSOLAR:
<https://www.teknosolar.com/regulador-de-carga-bluesolar-mppt-75-15-12-24v-15a/>

Total Energies, N. (18 de Febrero de 2020). *TotalEnergies E*. Obtenido de TotalEnergies
E: <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/la-energia-y-el-desarrollo-de-la-humanidad#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20es%20el%20E2%80%9Ccombustible,calefacci%C3%B3n%20y%20el%20aire%20acondicionado.>

UNE-EN 61056-1:2003. (05 de Abril de 2022). *Normalización Española*. Obtenido de
Normalización Española: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0029832>

Villegas Tapia, E. S., & Alcivar Tello, L. E. (N.N. de Octubre de 2020). *Repositorio
Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio
Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19525>