



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**SISTEMA AUTÓNOMO UTILIZANDO LA IRRADIACIÓN SOLAR COMO
FUENTE DE ENERGÍA PRINCIPAL EN UNA COMUNIDAD ASILADA DE LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTOR: JOSÉ FERNANDO MORA FLORES
BILLY JOSUÉ YAGUAL CÁRDENAS**

TUTOR: ING. GARY OMAR AMPUÑO AVILES, PhD

Guayaquil-Ecuador

2023


Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación

Nosotros, José Fernando Mora Flores con documento de identificación N° 0941514168 y Billy Josué Yagual Cárdenas con documento de identificación N° 0953542875; manifestamos que:

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

Guayaquil, 22 de febrero de año 2023

Atentamente,



José Fernando Mora Flores

0941514168



Billy Josué Yagual Cárdenas

0953542875


Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la universidad politécnica salesiana

Nosotros, José Fernando Mora Flores con documento de identificación N° 0941514168 y Billy Josué Yagual Cárdenas con documento de identificación N° 0953542875, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico : “Sistema autónomo utilizando la irradiación solar como fuente de energía principal en una comunidad asilada de la ciudad de Guayaquil”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 22 de febrero de año 2023

Atentamente,



José Fernando Mora Flores

0941514168



Billy Josué Yagual Cárdenas

0953542875

Certificado de dirección del trabajo de titulación

Yo, Ing. Gary Omar Ampuño Avilés, PhD con documento de identificación N° 0922639752 docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Sistema autónomo utilizando la irradiación solar como fuente de energía principal en una comunidad asilada de la ciudad de Guayaquil”, realizado por José Fernando Mora Flores con documento de identificación N° 0941514168 y por Billy Josué Yagual Cárdenas con documento de identificación N° 0953542875, 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, 22 de febrero de año 2023

Atentamente,



Ing. Gary Omar Ampuño Avilés, PhD
0922639752

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios que fue y será siempre mi pilar fundamental para realizar cada actividad en mi vida, por saberme guiar en el camino del bien ser un honrado ciudadano.

Y me siento lleno de motivación para seguirme superando día a día con la bendición de él, a mis padres Sabina Senovia Flores Cruz y José Justino Mora Andino quienes son uno de mis pilares fundamentales para haber llegado a este proceso. Mi madre la cual me apoya cada día dándome la motivación necesaria y la persona que nunca dejó de creer en mí en los momentos más difíciles de mi vida siempre está y le agradezco a Dios por darme ese privilegio, a mi papá por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para hacer lo correcto y siempre hacerme ver que las adversidades no es una desventaja sino una fortaleza. Frase la cual me marco “Si vas a hacer algo hazlo bien sino mejor no lo hagas”.

A todo el personal del colegio “Domingo Savio” el cual me supo dar los primeros inicios en esta carrera tan hermosa como es ingeniería eléctrica y todos los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana los cuales con sus experiencias a lo largo de este periodo nos han podido aportar con conocimientos el cual aplicaremos a lo largo de la vida.

José Fernando Mora Flores

Dedicatoria

Esta dedicatoria va dirigida a Dios, mis padres, abuelas, y a mis hermanos que siempre estuvieron conmigo apoyándome en todo momento de mi carrera, dándome ánimos para poder seguir con mis estudios, me sirvió de inspiración para nunca rendirme. Mi abuela que está en el cielo con su dureza me dio muchos valores y mi abuela Rosa la cual con sus deseos y bondad me inspira a lograr más cosas.

Trabajando arduamente para culminar esta etapa universitaria que con mucho esfuerzo y perseverancia logré llegar para poder convertirme en un profesional exitoso, responsable y muy creyente de Dios porque sin él no soy nadie.

José Fernando Mora Flores

Resumen

En el siguiente proyecto se realizó la instalación de un sistema aislado a la red eléctrica, así como del estudio de cargas y el montaje de infraestructura en las viviendas y el terreno. Con una carga de consumo de vivienda de 1042 watts al día, el sistema suministra la demanda requerida mediante el conjunto de paneles de 300 watts-pico y el conjunto de baterías que dará una potencia 200Ah.

Fue necesario gestionar una encuesta de los habitantes para reconocer número de familias, géneros, edades, que nos fue fundamental para el estudio. Se gestionaron visitas al lugar vía lancha debido a que el lugar es por acceso fluvial, de la misma manera se llevaron todos los elementos de instalación a la localidad.

Previo al montaje se utilizó software especializado para los diseños eléctrico, diseños estructurales y el análisis del sistema fotovoltaico. El enfoque en la mejora del contenido para la instalación del sistema fotovoltaico se realizó siguiendo estrictamente los estándares técnicos y de seguridad para garantizar una instalación segura y eficiente, maximizando la captación de energía solar y verificando el correcto funcionamiento del sistema.

Como resultado se pudo conocer la realidad de la comunidad y datos importantes de cada familia para posteriores ayudas a la comuna. Una vez con los paneles instalados se evidencia la mejora de la calidad de vida de los habitantes mediante el monitoreo constante, aproximadamente de 6 a 8 horas diarias de funcionamiento del sistema. La ejecución de este proyecto permite a las familias acceder a energía eléctrica limpia para uso de televisores, cargadores e iluminación. Y esto brindara una leve mejora a su calidad de vida.

Abstract

In the following project, the installation of an off-grid system was carried out, as well as the load study and the installation of infrastructure in the houses and the land. With a housing consumption load of 1042 watts per day, the system supplies the required demand through the set of 300 watt-peak panels and the set of batteries that will give a power of 200Ah.

It was necessary to manage a survey of the inhabitants to recognize the number of families, genders, ages, which was fundamental for the study. Visits to the site were arranged by boat, since the site is accessible by river, and all the installation elements were brought to the locality. Prior to the installation, specialized software was used for the electrical designs, structural designs and the analysis of the photovoltaic system. The focus on improving the content for the installation of the photovoltaic system was carried out strictly following technical and safety standards to ensure a safe and efficient installation, maximizing solar energy collection and verifying the correct operation of the system.

As a result, it was possible to know the reality of the community and important data of each family for further assistance to the community. Once the panels were installed, the quality of life of the inhabitants was improved through constant monitoring, approximately 6 to 8 hours a day of system operation. The implementation of this project allows families to have access to clean electricity for the use of televisions, chargers and lighting. This will bring a slight improvement to their quality of life.

Índice de contenido

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	ii
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la universidad politécnica salesiana	iii
Certificado de dirección del trabajo de titulación.....	iv
Agradecimientos	v
Dedicatoria.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice de contenido.....	ix
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xi
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMÁTICA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 DELIMITACIÓN	4
1.5 BENEFICIARIOS	6
1.6 OBJETIVOS	8
1.6.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.7 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
1.7.1 Componentes de un sistema fotovoltaico.....	10
1.8 METODOLOGÍA.....	14
1.8.1 Análisis de la situación y forma de habitar	14
1.8.2 Cálculo de cableado interior y exterior	18
1.8.3 Cálculos del sistema FV	21
1.9 Cálculo de regulador, inversor, paneles y batería	22
1.9.2 Cálculo en programa PVSYST	24
1.10 RESULTADOS.....	29
1.10.1 Primera visita.....	29
1.10.2 Segunda visita.....	30
1.10.3 Tercera visita	34
1.10.4 Diseño de banco metálico	37

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
1.11 Conclusiones	38
1.12 Recomendaciones	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	41
1.14 ANEXO 1: Documentos firmados por los propietarios de las viviendas	41
1.15 ANEXO 2: Panel eléctrico con su respectivo breaker de 10 A	43
1.16 ANEXO 3: Montaje de las bases de los paneles	44
1.17 ANEXO 4: Fotografía de la propietaria de la casa	45
1.18 ANEXO 5: Trabajo en equipo	46

Índice de figuras

Figura 1 Distancia del recorrido desde la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, campus centenario hasta la Comuna La Masa 1.	4
Figura 2 Distancia entre la Comuna La Masa 1 y la Comuna Masa 2	5
Figura 3 Baterías	10
Figura 4 Controlador de Carga	11
Figura 5 Diagrama del inversor	11
Figura 6 Diseño de paneles solares.....	12
Figura 7 Tipos de cable y su diámetro	13
Figura 8 Estructura metálica.....	15
Figura 9 Prefabricación del pilar	15
Figura 10 Armazón del plinto y pilar	16
Figura 11 Potencia Máxima de los conductores	20
Figura 12 Carga eléctrica de la vivienda	21
Figura 15 Formula para el numero de baterías	23
Figura 16 Diseño del sistema fotovoltaico	24
Figura 17 Resumen del sistema	24
Figura 18 Sistema independiente.....	25
Figura 19 Resumen de los resultados	25
Figura 20 Consumos totales generados anualmente	26
Figura 21 Perdidas del conjunto	27
Figura 22 Necesidades detalladas del usuario	27
Figura 23 Producción del sistema.....	28
Figura 24 Balances y resultados principales	28
Figura 25 Fotografía de la comuna La Masa 1	29
Figura 26 Encuesta realizada en la comuna.....	30
Figura 27 Traslado de los materiales	31
Figura 28 Preparación de concreto	31
Figura 29 Preparación del terreno para la elaboración de la base del panel	32
Figura 30 Relleno de la base del panel	32
Figura 31 Base Terminada	33
Figura 32 Instalación de tuberías en la vivienda.....	34
Figura 33 Instalaciones eléctricas de la vivienda.....	35
Figura 34 Distribución desde el panel de control	35

Figura 35 Panel de Distribución	36
Figura 36 Estructura Eléctrica	36
Figura 37 Distribución eléctrica de la vivienda	37
Figura 38 Estructura de la silla	37
Figura 39 Certificado de la vivienda 1	41
Figura 40 Certificado de la vivienda 2	42
Figura 41 Instalación del panel eléctrico	43
Figura 42 Base de los paneles	44
Figura 43 Acople metálico	44
Figura 44 Propietaria de la vivienda.....	45
Figura 45 Trabajo en equipo.....	46

Índice de tablas

Tabla 1 Habitantes de la comuna.....	6
Tabla 2 Datos de los habitantes	7
Tabla 3 Características del cableado #14.....	13
Tabla 4 Cable para sistema fotovoltaico.....	14
Tabla 5 Perdidas del sistema	21
Tabla 6 Cálculo del inversor.....	22
Tabla 7 Energía total del sistema.....	22
Tabla 8 Resultado del cálculo del controlador.....	23
Tabla 9 Resultado del número de baterías	23

1.1 INTRODUCCIÓN

La investigación realizada se refiere a la implementación para un sistema de generación eléctrica autosustentable en la comuna, denominado como La Masa 1 adoptando como único suministro la irradiación solar, con lo que permite beneficiar a 14 viviendas familiares con energía eléctrica.

En la encuesta que se realizó a los moradores mencionaron que hace 10 años la comuna contaba con un generador de 15 kW que alimentaba a todas las viviendas; este generador fue donado por el municipio de Guayaquil. Los generadores son dispositivos que necesitan mantenimientos preventivos y correctivos semestrales, seguir un cronograma anual para sus respectivos mantenimientos y otras desventajas es que generar contaminación como ruidos y gases. Las familias de La Masa 1 pudieron utilizar el generador eléctrico por menos de 2 años y fue retirado de funcionamiento por su falta de mantenimiento. Posteriormente 4 viviendas optaron por comprar un generador de 2 kW para usarlo en casos de emergencia.

En la encuesta que se realizó a las cuatro viviendas que tienen un generador de 2kW, solo dos comparten su uso con una vivienda. Los paneles solares y otros componentes del sistema fotovoltaico tienen una larga vida útil y requieren poco mantenimiento, lo que se da a conocer sobre la implementación del sistema fotovoltaico es una inversión a largo plazo que puede reducir significativamente los costos de energía y proporcionar un suministro constante de energía renovable.

Sin embargo, es importante llevar a cabo inspecciones periódicas y mantenimientos preventivos para garantizar que el sistema funcione de manera óptima y prolongar su vida útil. Esto incluye la limpieza de los paneles solares, la revisión de las conexiones eléctricas y la verificación de la operación del inversor y otros componentes del sistema. Se conocen varias alternativas de energía ecológicas que permiten tener un mejor impacto en lugares remotos para aprovechar los suministros de energías renovables como mareomotriz, eólica, solar, biomasa, hidráulica, etc. Se utilizan estos tipos de energías con la finalidad de dar un mejor impacto para la escasez energética, con lo cual la implementación de un diseño fotovoltaico sea aprovechada en su máximo rendimiento.

En Ecuador también se logró establecer que cualquier hogar, empresa e institución pueda hacer uso o funcionamiento de energías renovables para la generación de energía eléctrica.

La comunidad La Masa 1 lleva un tiempo usando una fuente de la energía no renovable como es un generador a diésel, esta tecnología que hace emisión de ruido al encenderlo y el uso es limitado; por lo consiguiente, si se utiliza paneles fotovoltaicos mejoraría el suministro energético tanto por las noches como en el día y no emitiría ningún tipo de ruido. Esto se ha visto reflejado en los estudios de los trabajos implementados en la Comuna Masa 2 que tiene características similares y ya cuenta con un sistema fotovoltaico por casa operativo como resultado de proyectos anteriores.

De acuerdo con el estudio realizado por Daniela Tramontana[1] se toma en consideración el área estudiada para implementar el sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta el dimensionamiento e infraestructuras para tener mayor seguridad y así pueda tener una vida útil mayor a los 20 años, siempre y cuando tenga sus mantenimientos preventivos. Con esto poder satisfacer las necesidades de cada una de las familias que habitan en la comuna La Masa 1.

Según Borbor Merchán[2] en el presente trabajo, se realizó una visita a la comunidad de Masa 2, ubicada en el Golfo de Guayaquil, con el objetivo de identificar las necesidades de los residentes. A través de una encuesta, se recopiló información valiosa que permitió diseñar e implementar un sistema fotovoltaico en la escuela de la comunidad. La instalación del sistema incluye paneles solares, un sistema de baterías, un inversor y un regulador. Para llevar a cabo los cálculos necesarios, se utilizaron datos obtenidos de fuentes confiables como PVGIS, así como información recolectada de proyectos similares desarrollados en la zona.

La propuesta tiene como finalidad suministrar energía renovable a cada hogar de la comunidad, de manera que se reduzca el uso de los generadores de combustión. La solución propuesta consiste en la instalación de paneles fotovoltaicos que generarán entre 1.000 y 1.500 watts. Con esta iniciativa, se espera mejorar la calidad de vida de los habitantes de Masa 2 y contribuir a un futuro más sostenible.

Por Carrión Baque[3] se llevó a cabo una visita a la Comuna Isla Golfo Masa 2 con el fin de realizar estudios y encuestas a la población para determinar cuáles son las necesidades en relación al servicio eléctrico. Como resultado, se concluyó que la falta de este servicio genera varios problemas, entre ellos, el elevado gasto que ocasiona el funcionamiento y mantenimiento de los equipos que deben realizarse periódicamente. Las encuestas descriptivas fueron realizadas a cada familia de la comunidad con el objetivo de identificar las necesidades existentes y poder iniciar un nuevo proyecto que responda a ellas. Según los resultados obtenidos, la comuna Masa 2 cuenta con 69 habitantes distribuidos en 27 familias, y abarca una extensión de 2900 m². En promedio, cada familia se compone de 1 a 3 hijos, lo que significa que aproximadamente 23 niños y niñas asisten a la Unidad Educativa Simón Bolívar.

1.2 PROBLEMÁTICA

Mediante una encuesta realizada a las familias que están ubicadas a las orillas del Golfo de Guayaquil exactamente en la comunidad de “La Masa 1”, se determinó que carecen de un suministro esencial energético constante y su principal fuente de energía era un generador de 2.2 kW alimentado por combustible (Diesel). Lo cual es un gasto excesivo, semanalmente gastan alrededor \$28 en combustible, por eso se propuso elaborar un sistema que ayudara a las familias a reducir costo para la compra de combustible. Y utilizarán una fuente más sustentable y amigable con el medio ambiente para satisfacer una de las necesidades que poseen como es la escasez energética, por su ubicación geográfica no le permite acceder a este suministro que ofrece el país. El ingreso es vía transporte fluvial, y al llegar nos pudimos percatar que la infraestructura del muelle no es la más adecuada sobre todo en su suelo, ya que las inundaciones se provocan cuando la marea sube. Por lo tanto, un tendido eléctrico no es lo más seguro para la comuna.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La iniciativa por la cual se realiza este proyecto basado en un sistema de paneles fotovoltaicos aislado de la red eléctrica es para mejorar la calidad de vida y de la energía eléctrica del sector; en consecuencia, se ubican los paneles en una zona estratégica donde el sector geográficamente sea favorecido del sol en proporción muy alta en irradiación, por lo cual beneficiara un alto rendimiento al sistema.

La alternativa autónoma “fotovoltaica” es la más recomendable para esta comunidad, se estudió dos alternativas de energía renovable que son eólica y mareomotriz pero no se ejecutaron aquellos métodos ya que tienen muchas limitaciones por el área, al utilizar el sistema solar tendrá un mejor rendimiento en los equipos solares por su ubicación geográfica.

Los habitantes se ven perjudicados por no contar con dicho servicio para sus labores diarias, donde sería un mínimo 6 horas de uso energético para poder realizar sus tareas cotidianas y esto se debe a los escasos recursos por parte de la comunidad.

La acogida de la energía solar en estos últimos años ha sido unos de mayor impacto tecnológico que se ha priorizado en el Ecuador, estas tecnologías en menor escalas ayudan a reducir ciertos problemas de energía como la iluminación, necesidades de baja demanda energética.

1.4 DELIMITACIÓN

El sector de La Masa 1 está aislado en las orillas del río Guayas. El recorriendo empieza desde la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil Campus Centenario hasta el sitio con una distancia aproximadamente de 22 km a través de lanchas con un tiempo de 60 min y 21 km en auto por las vías de empresas camaroneras, pero es necesario utilizar transbordo.

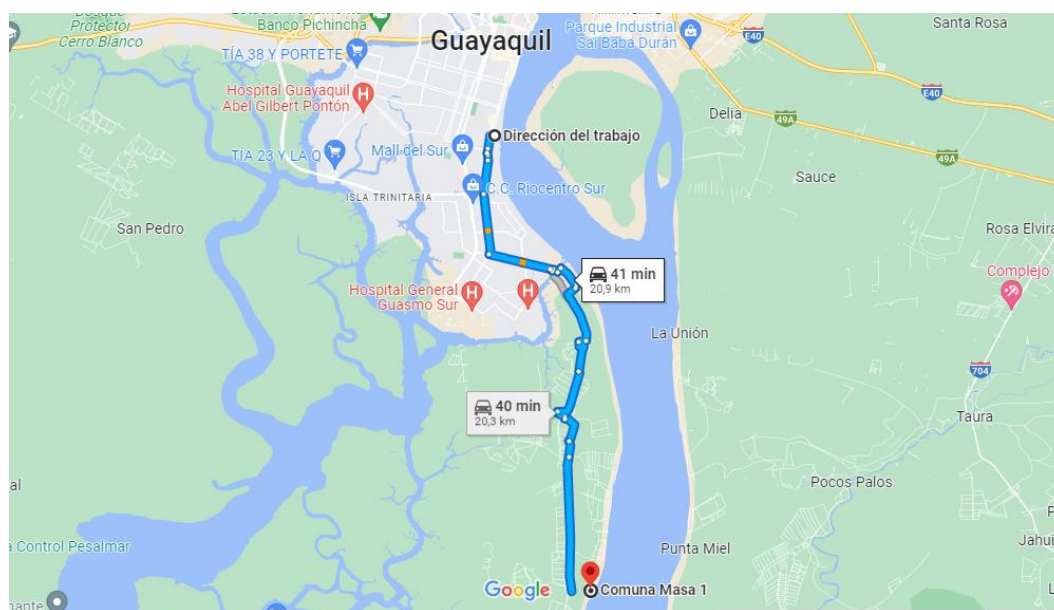


Figura 1 Distancia del recorrido desde la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, campus centenario hasta la Comuna La Masa 1.

Fuente: Google Maps

La comunidad de La Masa 1 con otra comunidad más cercana por ejemplo Masa 2 tiene donde su distancia es de 3,5 km en lancha a unos 7 min; es una de la más reconocidos por tener otros proyectos tecnológicos.

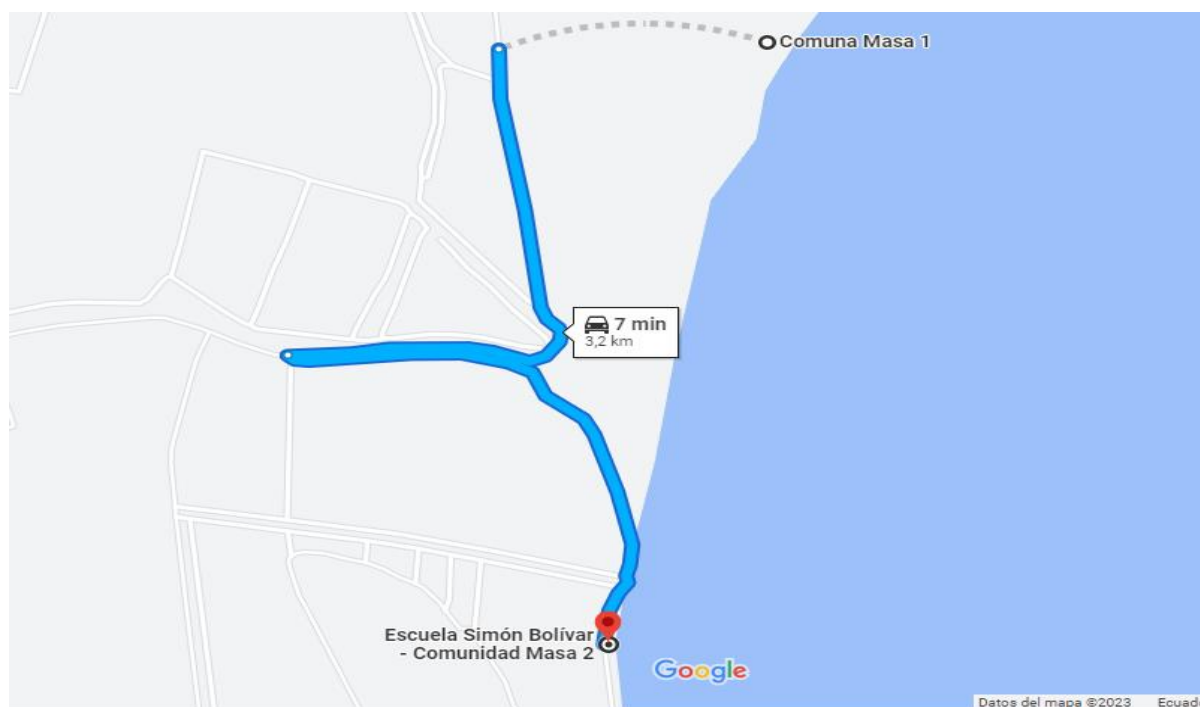


Figura 2 Distancia entre la Comuna La Masa 1 y la Comuna Masa 2

Fuente: Google Maps

En la comunidad se implementa un sistema de captación UV donde la fuente de energía principal es el sol, se implementa un método eléctrico residencial, donde su finalidad es la instalación y montaje del sistema autónomo de energía solar renovable con una potencia de 300 watts - pico entregada a la vivienda, en modelo monocristalino con 72 celdas de captación solar. Se diseñó una infraestructura para el montaje de las láminas solares. Así mismo se construyó una base de concreto anclada a cada una de las estructuras que soportaría los paneles solares para una mejor firmeza del sistema. Teniendo en cuenta las irregularidades del suelo donde se vaya a trabajar se llegó a una conclusión poder trabajar, a 15 metros por delante de las casas, donde el terreno es más firme.

1.5 BENEFICIARIOS

La elaboración de este proyecto beneficiará principalmente a una de las familias de la comunidad “La Masa 1”, que son económicamente vulnerables y no poseen suministro de energía eléctrica. El proyecto no solo mejorará su calidad de vida para las futuras generaciones también fomentará el uso de fuentes de energía renovables utilizando un sistema fotovoltaico que al no contaminar nos permite tener una fuente de energía independiente de la red eléctrica.

En la tabla siguiente se dan a conocer los integrantes de la comunidad de La Masa 1:

Tabla 1 Habitantes de la comuna

Fuente: Los autores

	BEBE	
	EMIR MORENO	2MESES
No	Primero	Fecha de nacimiento
1	AVILA LOOR NOEMI FERNANDA	6 AÑOS m
2	FALCONES FERRUSOLA EDISSON ANTONIO	6 AÑOS h
3	GOMEZ MOREIRA JOSUE JIXON	6 AÑOS h
4	PERALTA MORENO DIGNA ISABELI	6 AÑOS m
5	PERALTA MORENO LUIS ICNACIO	7AÑO h
6	VALERO FERRUOLA LIZBETH ALEXANDRA	7 AÑO m
7	SILVA ZUÑIGA EMILY EDITH	7AÑOS m
No.	SEGUNDO	FECHA DE NACIMIENTO
1	PACHECO FERRUZOLA SOFIA NICOLE	7 AÑO m
2	VALERO FERRUSOLA MAURICIO FERNANDO	7 AÑO h
No.	TERCERO	FECHA DE NACIMIENTO
1	PERALTA MORENO MAXIMO DAVID	8AÑO h
2	EDISON MOISE ZUÑIGA RISCO	8AÑO h

No.	CUARTO	FEHA DE NACIMIENTO
1	FALCONES FERRUSOLA KERLI ANABEL	9 AÑO m
2	PACHECO FERRUZOLA VICTOR ALEJANDRO	9AÑO h
3	DIEGO ANDRES ZUÑIGA RISCO	9AÑO h
No.	QUINTO	FEHA DE NACIMIENTO
1	LOOR AVILA ANGY NAOMY	11 AÑO m
2	LOOR AVILA KARELI S FABIOLA	12 AÑOS m
3	PERALTO MORENO JENNIFER ARELIS	12 AÑOS m
4	PERALTO MORENO ZOILA KARELI	11 AÑOS m
No.	SEXTO	FEHA DE NACIMIENTO
1	FERRUZOLA ZUÑIGA GENESIS NICOLE	2010 -09 – 09 m
2	MORENO ZUÑIGA ANGELA ALEJANDRA	2011 - 01 -22 m
3	PACHECO FERRUZOLA	13 AÑOS
No.	OCTAVO	FEHA DE NACIMIENTO
1	CHILAN ZUÑIGA CAMILA BELEN	13 AÑOS m
2	LOOR AVILA BRITHANY DOMENICA	13AÑOS m
3	PACHECO FERRUZOLA VICTORIA KATIUSKA	12AÑOS m
No.	OCTAVO	FEHA DE NACIMIENTO
1	LOOR AVILA MARIANNI	15 AÑOS m
2	FERRUZOLA VILLON	14 AÑOS m

Tabla 2 Datos de los habitantes

Fuente: Los autores

No.	NOVENO	FEHA DE NACIMIENTO
1	ACOSTA ZUÑIGA DIEGO ANDRES	14 AÑO h
2	FERRUZOLA DOMINGUEZ EDISON ISRAEL	13 AÑO h
3	LOPEZ ZUÑIGA JULIAN RODOLFO	14 AÑO h
	Mayores de edad hombres	Edad
1	MANUEL ZUÑIGA M.	64
2	JUAN RAMIREZ	33
3	ANTONIO ZUÑIGA	76
4	PEDRO FERRUZOLA ZUÑIGA	45
5	EDINSON FALCON FERRUZOLA	22

6	ALEJANDRO MORENO	49
7	LEONARDO LOPEZ	17
8	JORGE LORENZO FERRUZOLA	44
9	AGUSTO APOLINACIO ACOSTA	50
10	MAURO PERALTA	47
11	PEDRO	25
12	SERGIO MORENO	26
13	JHON DARWIN ACOSTA ZUÑIGA	27
	MUJERES	EDAD
1	ELENA ROSA	32
2	TEODORA FERRUSOLA	82
3	JULIANA DOMINGUEZ MORENO	40
4	ANGELA ZUÑIGA	39
5	JESSENIA KARINA CARRAZA TORAL	43
6	NORMA ISABEL ZUÑIGA FERRUZOLA	57
7	RAFAELA MARTINA MORENA MORA	81
8	ANGELA MORENO	44
9	SUGEY VALENTINA	30
10	ZUÑIGA LUCIA	77

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la viabilidad de un sistema autónomo de energía fotovoltaica en un lugar sin acceso al suministro energético de la red pública, considerando los costos y su respectivo diseño.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el consumo energético en cada vivienda y su costo de este sistema.
- Implementar un diagrama unifilar que satisfaga la demanda de la vivienda.
- Analizar el sistema fotovoltaico en su ejecución.

1.7 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Es necesario tener en cuenta los distintos dispositivos que conforma un sistema autónomo de energía renovable. Es una tecnología con poco tiempo en el mercado nacional, pero en constante crecimiento. Este proyecto se abarcará algunos conceptos de los equipos primordiales para la generación de energía eléctrica solar.

El proyecto realizado por K Morocho[4] consiste en diseñar y obtener los cálculos de los elementos necesarios para el funcionamiento de una micro planta de generación fotovoltaica donde tendrá autoabastecimiento en las viviendas. Estos cálculos cubren la demanda en días soleados y suministran el excedente a la red.

De acuerdo con Alvarado[5] tener la dirección correspondiente para los paneles solares es fundamental, ya que si no se mantienen no generaran la energía suficiente para lograr la potencia deseada. Se recomienda usar un instrumento de medición para recaudar información en el punto específico y así después comparar con el software. Se recomienda realizar un exhaustivo análisis de precios en el mercado por la variación en sus precios simultáneamente.

En el trabajo ejecutado por José Alvarado[5] para el estudio de un Sistema de generación eléctrica fotovoltaica del sitio La Playita, la parroquia San Antonio. Con paneles de 150 watts, sacando los resultados finales de la investigación se llegó a determina la opción más factible en cantidades de paneles monocristalinos para una mayor eficiencia y poder trabajar a un rendimiento del 80% con 1140 paneles solares.

El estudio realizado por William Jacho[6] la generación de energía eléctrica mediante paneles solares es influenciada por las condiciones atmosféricas, parte del hecho que en un día nublado la irradiación es prácticamente dispersada en su totalidad, mientras que, en un día con clima seco, los paneles solares captan mayor irradiación incidente esto al no sufrir cambios en su dirección.

La implementación propuesta por Alexander Francisco[7] la implementación de lámparas fotovoltaica es una parte fundamental para el sector de Masa 2, ya que se enfrasca en cubrir áreas donde tienen un difícil aseso tener ese espacio iluminado.

El trabajo hecho por Megan Maldonado[8] en la comuna de Masa 2 se logró implementar 17 sistemas fotovoltaicos para abastecer alrededor de 25 familias para que puedan vivir de una mejor manera.

1.7.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

En un sistema fotovoltaico, el subsistema encargado de captar la energía solar es el subsistema que convierte la luz solar en electricidad y está formado por una serie de células fotovoltaicas. Estas baterías se ensamblan en fábrica en módulos para facilitar el transporte y la instalación. El diseño del sistema de captación solar incluye pruebas de calidad de los materiales para garantizar un alto rendimiento en la conversión de la energía solar en electricidad. Es importante elegir el material adecuado para una captura eficiente de la luz solar y, por lo tanto, una generación de electricidad óptima. [9]

1.7.1.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Una combinación de células fotovoltaicas se denomina módulo solar. El módulo proporciona soporte físico y protección mecánica a las células solares que lo componen. En un módulo, las células fotovoltaicas están recubiertas de un material, generalmente silicona, y cubiertas en la parte superior con vidrio templado. Los materiales de encapsulación protegen las células fotovoltaicas del clima, la humedad y otros factores ambientales que pueden dañarlas y afectar su rendimiento. El vidrio templado que cubre el material de sellado también protege la batería de golpes y rayones. [10]

1.7.1.2 BATERÍA DE ÁCIDO PLOMO

Consistía en un conjunto de discos de cobre apilados uno encima del otro, luego zinc, luego tela empapada en agua acidificada, luego cobre, y así sucesivamente para formar una pila de discos, de ahí el nombre. La parte inferior de la batería (zinc) es el terminal negativo y la base parte superior de la batería (cobre) polo positivo. [11]

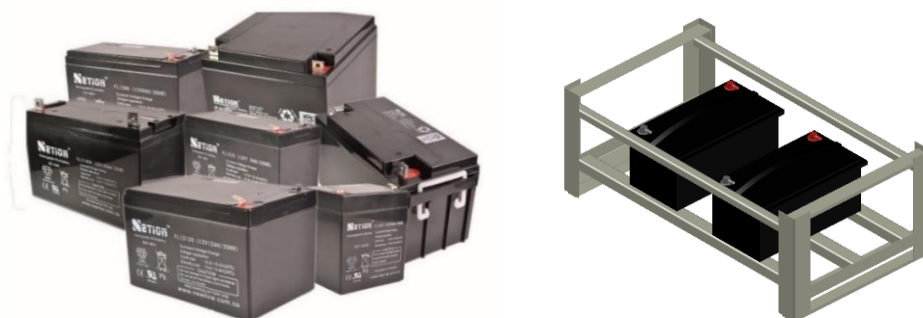


Figura 3 Baterías

Fuente: Los autores

1.7.1.3 REGULADOR DE CARGA

Un controlador de carga es un dispositivo electrónico cuya función es controlar el estado de carga de la batería con el fin de garantizar una carga óptima y con ello alargar su vida útil.

1.7.1.4 CONTROLADOR

Un controlador de carga solar es un dispositivo importante en un sistema solar. Su función principal es controlar el flujo de energía entre el panel solar y el panel de baterías y garantizar una carga óptima de las baterías. Un controlador de carga solar es un dispositivo electrónico que monitorea y controla el estado de carga de una batería para maximizar su rendimiento y prolongar su vida útil. Al regular el flujo de energía entre el panel solar y la batería, un controlador de carga solar garantiza que la batería no se sobrecargue, lo que puede dañar la batería o reducir su capacidad de almacenamiento. [12]



Figura 4 Controlador de Carga

Fuente: Los autores

1.7.1.5 INVERSOR

El inversor solar es un dispositivo primordial en un sistema fotovoltaico y es responsable de optimizar la producción de energía y asegurar que la energía generada se utilice de manera eficiente. Además, también monitorea y protege el sistema contra sobrecargas y fallas eléctricas. [5]

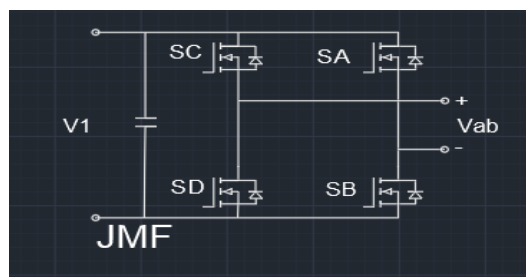


Figura 5 Diagrama del inversor

Fuente: Los autores

1.7.1.6 TIPO DE PANEL

Como referencia tenemos el modelo de paneles instalados en Masa 2 que son de la marca Jinko de 300 watts-pico y 72 células de la serie Eagle Module que se pueden integrar con baterías de litio de última generación o con las baterías tradicionales de plomo-ácido y GEL/AGM, junto con un regulador de carga apropiado. Además, ofrecemos productos de reconocido prestigio mundial, incluyendo inversores solares, placas solares, reguladores de carga y baterías, para garantizar una instalación solar de calidad y eficiente. [10]

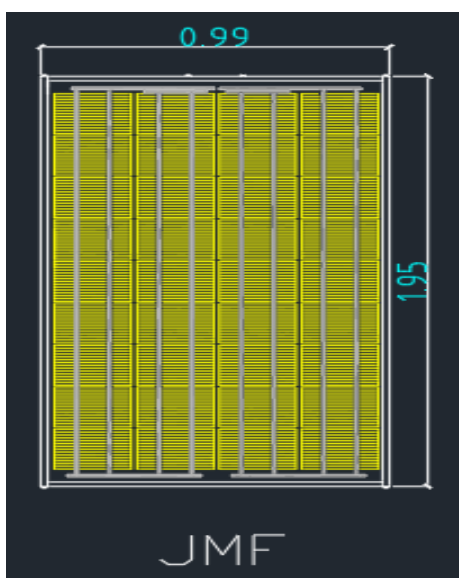


Figura 6 Diseño de paneles solares

Fuente: Los autores

1.7.1.7 POTENCIA ELEVADA

La eficiencia de conversión de energía de estos módulos es alta, lo que significa que pueden generar una cantidad significativa de energía eléctrica a partir de la irradiación solar. Los módulos de Jinko están diseñados para ser resistentes y duraderos, lo que los hace adecuados para instalaciones en áreas con climas adversos y duros. El cristal avanzado y texturizado de la superficie de las células fotovoltaicas permiten un rendimiento excelente incluso en condiciones de baja irradiación lumínica. [10]

1.7.1.8 CABLEADO RESIDENCIAL

El cableado que se implementó en la comunidad de La Masa 1 es flexible y de aluminio recubierto por cobre. Aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) resistente a la humedad, rayos UV y retardante a la llama. [13]

CALIBRE DEL CONDUCTOR	SECCIÓN TRANSVERSAL	ESPESOR AISLAMIENTO	DIÁMETRO EXTERIOR	CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)	
				75°C	SUGERIDA NEC
18	0.81	0.76	2.68	5	--
16	1.32	0.76	2.98	7	--
14	2.08	0.76	3.37	10	--
12	3.31	0.76	3.84	20	15
10	5.26	0.76	4.47	30	25
8	8.37	1.14	5.99	40	30
6	13.3	1.52	7.71	50	40
4	21.2	1.52	8.93	65	55
2	33.6	1.52	10.46	90	75

Figura 7 Tipos de cable y su diámetro

Fuente: Los autores

Utilizamos este cableado porque cumple con las 5 normativas de carácter importante para la seguridad de un sistema cableado para domicilio. Realizando los cálculos respectivos para las viviendas llegamos a la conclusión es su tensión y carga no son elevadas para el cableado y su rendimiento será adecuado utilizándose a un 60% de las características de fábrica. Seguro y resistente para las condiciones climatológicas que se presentan en el sector.

Tabla 3 Características del cableado #14

Fuente: Cables los Andes

Tensión nominal	600 voltios
Temperatura de operación	75 °C
Embalaje rollo cantidad	100 metros
Normas de calidad	RETIE, ASTM B566, UL 83, UL 1581, NTE INEN 2345

Se usa este cable 100% cobre para evitar pérdidas de corriente está direccionado desde el panel solar hasta la vivienda donde está el sistema de control y así estará en su máxima eficiencia el tendido eléctrico.

Tabla 4 Cable para sistema fotovoltaico

Fuente: Cables los Andes

CABLE PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Cable concéntrico	St-I THHN Calibre 2X10 100M Negro
Amperaje (A)	36 A
Calibre	2x10#
Color de cubierta	Negro
Temperatura	Lugares secos (75 °C)
Temperatura	Lugares húmedos (60 °C)
Normas	ASTMB3, B174, NTC 5521, UL 39
Voltaje (V)	600 V
Cable concéntrico	2x10 TTHW

1.8 METODOLOGÍA

1.8.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Y FORMA DE HABITAR

Para la implementación se planificó una visita a la comuna de La Masa 1, para tener más información y conocer las necesidades que tiene los habitantes y su modelo de infraestructuras donde habitan, se eligió una de las casas que están en la comunidad, se recolectó información del terreno para trabajar, lugar donde se las utiliza para aplicarla en los softwares de AutoCAD y PVSYST, para seguir con todas las normas de infraestructura pertinentes.

Para el modelado de la base de la estructura fotovoltaica, está anclada al plinto; este fue diseñado con las medidas de 30x30x100cm. Se utilizó varilla corrugada de ½ para una mejor firmeza y consistencia para cada una de las bases. Tomando en cuenta las condiciones del sector por su salinidad.

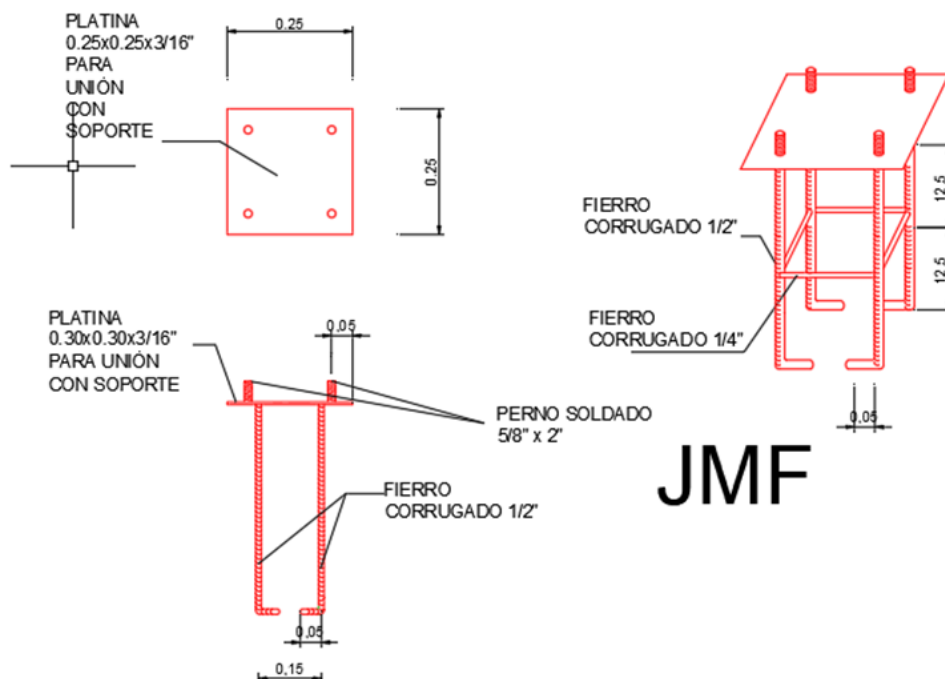


Figura 8 Estructura metálica

Fuente: Los autores

Se diseñó una estructura metálica donde serán alojados los módulos de paneles. Con sus medidas correspondientes teniendo en consideración que por base deberán estar 4 módulos de los cuales serán distribuidos independientemente para las casas.



Figura 9 Prefabricación del pilar

Fuente: Los autores.

En la figura 10 se muestra la prefabricación de las estructuras metálica para las bases de los paneles solares. Están diseñada con características altamente resistentes. Ya que en la comuna La Masa 1 se encontró con la novedad que el suelo es blando. Cuando se realizó la instalación del mismo se puso varilla de $\frac{1}{2}$ corrugada con un diseño de malla para mayor estabilidad de los pilares con medidas de 1 metro x 1 metro a una altura de 1 metro desde el suelo hacia la superficie. Y de la superficie hacia arriba se le dejo con una medida de 1,20 metros al nivel.



Figura 10 Armazón del plinto y pilar

Fuente: Los autores

1.8.1.1 CONVERSIÓN DE LUZ SOLAR A ELÉCTRICA

La conversión de luz solar a electricidad se lleva a cabo mediante el uso de células solares, también conocidas como paneles solares. Las celdas solares están compuestas principalmente por materiales semiconductores, como el silicio. Cuando la luz solar refleja sobre la célula solar, los electrones en el material semiconductor se excitan y comienzan a fluir, generando corriente eléctrica. La corriente generada por una sola célula solar es muy débil, por lo que varias células solares se combinan en un panel solar para producir una cantidad significativa de electricidad.[14]

1.8.1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Y FORMA DE HABITAR

Para la implementación se planificó una visita donde, para tener mayor información y conocer las necesidades que tiene los habitantes y su modelo de infraestructuras donde habitan, se eligió una de las casas que están en La Masa 1, se recolectó información del terreno para trabajar, donde se las utiliza para aplicarla en los programas de AutoCAD y PVSYST, para seguir con todas las normas de infraestructura pertinentes.

1.8.1.3 SERVICIOS BÁSICOS

Como se pudo evidenciar toda la anomalía que se viven el día a día en la comuna La Masa 1 tienen problemas en la educación, economía, agua potable y energía eléctrica en su máximo rendimiento. Estos problemas perjudican no solo a una familia sino a 14 viviendas y una escuela, la cual habitan 29 adolescentes que estudian en la escuela Simón Bolívar y hay alrededor de 30 personas adultas, de acuerdo indicado por la profesora encargada de la institución.

Los servicios básicos son muy escasos como el agua por lo que las lanchas abastecedoras de agua realizan un proceso de llenado en el mercado la Caraguay y esa agua no es procesada ni tratada. Tiene muchas bacterias es fácil de notar por su coloración y sabor. Es una de las razones principales porque los niños de la zona se enferman con bichos o algún otro tipo de enfermedad. La energía eléctrica hoy en día es considerada un servicio básico muy indispensable para tener un mejor estilo de vida, lo cual los habitantes de la comuna La Masa 1 no tienen, su fuente de luz son velas o candelabros. No todas las familias tienen el privilegio de tener energía eléctrica, de las 14 familias cuentan con 1 generador que los abastece de 3 a 6 horas diarias. Con un costo de 25 dólares por abastecimiento de combustible en el generador eléctrico.

Basado en la información obtenida durante la visita a la comunidad, se comenzó analizar las cargas existentes de las viviendas y los horarios en los cuales utilizan sus electrodomésticos. Para ello se puso en práctica una simulación de sistema fotovoltaico aislada en el software PVSYST, que puede satisfacer las necesidades básicas del hogar.

1.8.2 CÁLCULO DE CABLEADO INTERIOR Y EXTERIOR

1.8.2.1 CÁLCULOS DE LA CORRIENTE DE LA VIVIENDA CON UNA POTENCIA DE 1042 WATTS

De acuerdo con la potencia obtenida se procedió a calcular la corriente del conductor con la fórmula de la corriente:

$$I = \frac{\text{Potencia}}{\text{Voltaje}}$$

Ecuación 1: Fórmula de la corriente

Se obtuvo una corriente de 8,68 A, entre la división de potencia de 1042 watts y con un voltaje de 120 voltios.

$$I = \frac{\text{Potencia}}{\text{Voltaje}} = \frac{1042}{120} = 8,68 \text{ A}$$

Con la corriente obtenida de la casa se elige el conductor eléctrico con la siguiente característica: el calibre del cable # 14 (temperatura nominal 75 °C) Aluminio cobre, el factor de corrección de temperatura de 0,75.

1.8.2.2 DISYUNTORES DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Es importante elegir el tipo adecuado de disyuntor para su sistema de paneles solares y asegurarse de que esté instalado y configurado correctamente para proporcionar una protección adecuada. Es recomendable trabajar con un electricista o un instalador de paneles solares calificado para asegurarse de que su sistema esté configurado correctamente y de que esté protegido adecuadamente con disyuntores.

1.8.2.3 Capacidad de corriente que va a circular por el conductor

Se determina la cantidad de corriente que circula por el conductor de calibre # 14 con temperatura de 75 °C y con un factor de canalización de conductores por tubería PVC, con la Ecuación 2.

Corriente nominal * Correccion de temperatura * Conductores canalizacio = A

Ecuación 2: Formula de la capacidad de corriente del conductor.

Se obtuvo una corriente de 6 A con la Ecuación 2 que va circula por el conductor.

$$36 \text{ A} * 0,75 * 0,80 = 21,6 \text{ A}$$

1.8.2.4 Potencia máxima transmitida

La potencia máxima transmitida por los conductores del sistema es 2160 watts usando la Ecuación 3.

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

$$K_A = 0,70$$

Figura 11 Potencia Máxima de los conductores

Fuente: Los autores

Potencia que puede soportar el cable es 2160 watts, la cual es el doble a la potencia calculada de la vivienda. Teniendo en cuenta que la potencia total de la casa es de 1042 watts en su máxima carga. Pero el sistema siempre se encontrará a un 70% de su potencia establecida lo que sería a 729,4 watts una potencia que no afecta al sistema lo mantiene seguro y confiable.

Conductores por canalización * Tensión * Amperios= Potencia

$$3*(120 \text{ V}) * (6 \text{ A}) = 2160 \text{ watts}$$

1.8.3 Cálculos del sistema FV

1.8.3.1 Carga eléctrica solar

En la siguiente figura de cargas eléctricas se detallan las cargas de la vivienda, cantidad de cargas, potencia, potencia por día, las horas de uso diario y horas de uso nocturno.

TABLA DE CARGA ELÉCTRICA										
RUBRO	CANTIDAD	POTENCIA [W]	FACTORES Arranque	POTENCIA TOTAL [W]	FACTORES Simultaneidad	POTENCIA FV [W]	HORAS DE USO DIARIO	ENERGÍA FV [Wh/día]	HORAS DE USO NOCTURNO	ENERGÍA FV [Wh/noche]
focos	5	6	1,00	180,00	1,00	180,00	2	360,00	4	720,00
Radio	1	40	0,98	160,00	1,00	160,00	2	320,00	2	320,00
Licuadaora	1	600	1,00	300,00	1,00	300,00	0,25	75,00	0,25	75,00
cargadores	1	30	1,00	60,00	1,00	60,00	1	60,00	1	60,00
tv	1	40	0,80	80,00	1,00	80,00	1,00	80,00	1	80,00
				0,00	1,00	0,00		0,00		0,00
				0,00	1,00	0,00		0,00		0,00
				0,00	1,00	0,00		0,00		0,00
				0,00	1,00	0,00		0,00		0,00
				0,00	1,00	0,00		0,00		0,00
TOTAL				780,00		780,00		895,00		1255,00

Figura 12 Carga eléctrica de la vivienda

Fuente: Los autores

1.8.3.2 POTENCIAS REALES DEL SISTEMA

En la tabla siguiente (tabla 5 potencia) detallamos valor, las pérdidas del sistema, factor de reserva, perdidas del inversor y valor total con pérdidas.

Tabla 5 Perdidas del sistema

Fuente: Autores

MAGNITUD	VALOR	PÉRDIDAS DEL SISTEMA VARIAS	FACTOR DE RESERVA	PÉRDIDAS DEL INVERSOR	TOTAL CON PÉRDIDAS
POTENCIA TOTAL [W]	780,00	1,00	1,20	1,20	1123,20
POTENCIA FV [W]	780,00	1,00	1,20	1,20	1123,20
ENERGÍA FV [Wh/día]	895,00	1,00	1,20	1,20	1288,80
ENERGÍA FV [Wh/noche]	1255,00	1,00	1,20	1,20	1807,20

1.9 Cálculo de regulador, inversor, paneles y batería

1.9.1.1 Inversor

La especificación del inversor usado son voltaje monofásico de dos hilos con neutro y tierra, su voltaje de entrada es de 12 V.

Tabla 6 Cálculo del inversor

Fuente: Los autores

CÁLCULO DEL INVERSOR		
POTENCIA DEL INVERSOR [Wdc]	1123,20	TIPO DE SISTEMA
VOLTAJE SALIDA AC [Vac]	110	Monofásico de dos hilos con neutro y tierra
VOLTAJE ENTRADA DC [Vdc]	12	
*Se aproxima al inmediato superior en stock		

1.9.1.2 Cálculo de paneles solares

En esta parte se describen los cálculos realizado para la cantidad de paneles de 300 watts-pico a utilizar, al usar los datos potencia de los paneles, irradiación de los paneles, irradiación media del país, rendimiento de los paneles y pérdidas de temperatura por cada 10 °C, nos da como resultado 1,5 por norma se lo redondea a 2.

$$\text{Numero de paneles} = \frac{\frac{\text{Cantidad de paneles}}{\text{Energía total w/h}}}{\frac{\text{Potencia de los paneles} * \text{radiacion media del pais} * \text{rendimiento}}{1000}}$$

Tabla 7 Energía total del sistema

Fuente: Los autores

ENERGÍA TOTAL [Wh/día]	1288,80
POTENCIA DE LOS PANELES [W]	300,00
IRRADIACIÓN MEDIA DEL PAÍS [Wh/m2]	4575,00
RENDIMIENTO DE LOS PANELES	0,80
PÉRDIDAS DE TEMPERATURA POR CADA 10°C	1,00
NÚMERO DE PANELES DE 300,00 [W]	1,17
REDONDEADO A	2,00

Tabla 8 Resultado del cálculo del controlador

Fuente: Los autores

CÁLCULO DEL CONTROLADOR	
POTENCIA DEL CONTROLADOR [Wdc]	600,00
AMPERAJE DEL CONTROLADOR [Adc]	50
VOLTAJE DC DE LOS PANALES [Vdc]	12
TIPO DE CONTROLADOR	PWM
*Se aproxima al inmediato superior en stock	

1.9.1.3 Cálculo de baterías para el sistema fotovoltaico

El cálculo del número de las baterías se realiza con la siguiente ecuación para determinar cuántas de ellas es más adecuado implementar para el proyecto.

CÁLCULO DE BATERÍAS	
NÚMERO DE BATERÍAS =	$\frac{\text{CARGA TOTAL [Ah]}}{\text{CARGA DE LAS BATERÍAS [Ah]} * \text{FACTOR DE DESCARGA}}$

Figura 13 Formula para el numero de baterías

Fuente: Los autores

Tabla 9 Resultado del número de baterías

Fuente: Los autores

ENERGÍA DE LAS BATERIAS [Wh/noche]	1807,20
CARGA TOTAL [Ah]	150,60
VOLTAJE DC DE LAS BATERÍAS [Vdc]	12,00
CARGA DE LAS BATERIAS [Ah]	200,00
FACTOR DE DESCARGA	0,60
PÉRDIDAS POR TEMPERATURA	1,00
PÉRDIDAS POR AUTODESCARGA	1,02
PERDIDAS ELECTROQUIMICAS/RENDIMIENTO	1,03
NÚMERO DE BATERIAS DE 200Ah	1,32
REDONDEADO A	2,00

1.9.2 Cálculo en programa PVSYST

Continuación se muestra los resultados del programa con los datos obtenido para la correcta implantación del proyecto.

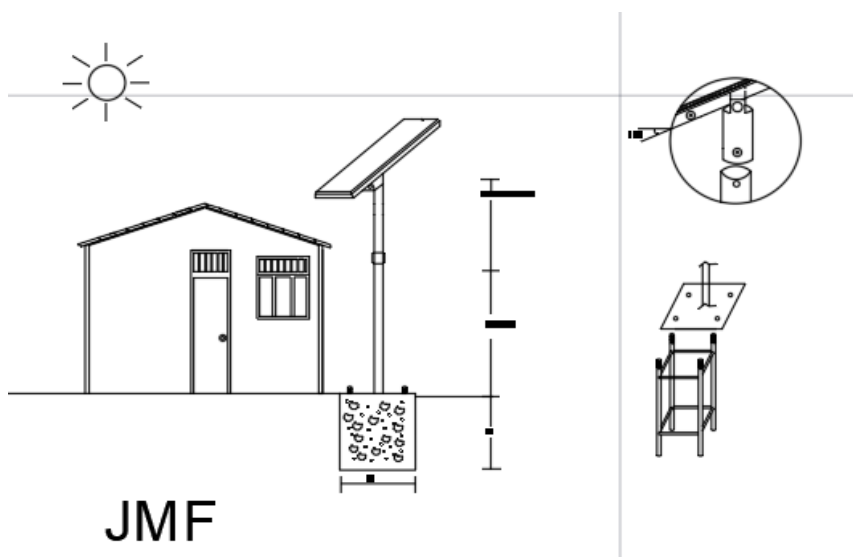


Figura 14 Diseño del sistema fotovoltaico

Fuente: Los autores

Resumen del proyecto				
Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto		
LA MASAI	Latitud	-2.37 °S	Albedo	0.20
Ecuador	Longitud	-79.86 °W		
	Altitud	6 m		
	Zona horaria	UTC-5		
Datos, dirección				
LA MASAI				
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Sintético				

Figura 15 Resumen del sistema

Fuente: Los autores

En la figura 18 se muestran la dirección geográfica, cantidad de dispositivos empleado, inclinación y delimitación del sistema. Así también como los consumos totales generados anualmente y la potencia suministrada por cada año.

Sistema independiente		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		Necesidades del usuario	
Plano fijo		Consumidores domésticos diarios	
Inclinación/Azimut	19.7 / 0 °	Constante durante el año	
		Promedio	18.0 kWh/Día
Información del sistema		Paquete de baterías	
Generador FV			
Núm. de módulos		1 unidad	
P_{nom} total	300 Wp	Tecnología	Plomo-ácido, ventilado, tubular
		Núm. de unidades	2 unidades
		Voltaje	12 V
		Capacidad	318 Ah

Figura 16 Sistema independiente

Fuente: Los autores

Resumen de resultados			
Energía disponible	364.0 kWh/año	Producción específica	1213 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	58.34 %
Energía usada	269.6 kWh/año	Fracción solar (SF)	4.11 %

Figura 17 Resumen de los resultados

Fuente: Los autores

En la figura 20 se muestra el modelado del panel solar con capacidad de 300 watts-pico con una potencia entregada al 80% de la capacidad (272 watts-pico) 33 voltios capaz de soportar temperatura de 50 °C. Se tiene un controlador solar marca Generic SPT-1230 y su respectivo controlador modelo MPPT, con una eficiencia de 96,0-94M0%. El dimensionamiento por módulo será de 1,2 m². Se cuenta con 2 baterías de plomo de 12V con una descarga mínima del 2,9% y un almacenamiento total de 3,0 kWh. La capacidad nominal de las baterías es de 318 Ah.

PVsyst V7.3.1		UP-M300P		12V 3 RES QPzS 190	
VCO, Fecha de simulación:					
Modelo (Base de datos PVsyst original)	UP-M300P	Modelo	12V 3 RES QPzS 190		
Unidad Nom. Potencia	300 Wp	Plomo-ácido, ventilado, tubular			
Número de módulos FV	1 unidad	Núm. de unidades	2 en paralelo		
Nominal (STC) Módulos	300 Wp	Descarga mín. SOC Energía almacenada	21.9 %		
En cond. de funcionam. (50°C)	1 Cadena x 1 En series	Características del paquete de baterías	3.0 kWh		
Pmpp	272 Wp	Voltaje	12 V		
Ump	33 V	Capacidad nominal	318 Ah (C10)		
Imp	8.2 A y Exterior	Temperatura	Promedio entre fijo 24 °C		
Controlador	Generic SPT-1230 MPPT	Control de gestión de la batería			
Fabricante Modelo	Generic SPT-1230 MPPT	Comandos de umbral como Cargando	Voltaje de batería 13.5 / 12.5 V		
Tecnología Conf. temp. Convertidor	Convertidor MPPT -5.0 mV/°C/Elem.	SOC corresp. Descarga	0.92 / 0.75		
Efficiencias máxi y EURO	96.0 / 94.0 %	SOC corresp.	11.8 / 12.2 V		
Potencia FV total Nominal (STC)	0.300 kWp		0.22 / 0.45		
Total	1 módulos				
Área del módulo	1.9 m ²				
Área celular	1.8 m ²				

Figura 18 Consumos totales generados anualmente

Fuente: Los autores

Con el censo que se realizó se puede evidenciar todas las cargas que tiene la vivienda. Dando un total de energía diaria consumida de 1042 Wh/día. Llegando a su punto pico de consumo al a las 12 am del día. Obteniendo un consumo por año de 18 kWh/día. La energía disponible del sistema será de 364 kWh/año y su energía usada será de 269,61 kWh/año y así tendremos un 1% de energía sin usar.

Pérdidas del conjunto			
Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC	
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	68 mΩ
U_{tc} (cosci)	20.0 W/m ² K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC
U_{tc} (viento)	0.0 W/m ² K/m/s		
LID - Degradación Inducida por Luz		Pérdida de calidad módulo	
Frac. de pérdida	1.5 %	Frac. de pérdida	-0.8 %
Pérdidas de desajuste de cadenas		Factor de pérdida IAM	
Frac. de pérdida	0.1 %	Parámetro ASHRAE IAM = $1 - b_{IAM}(1/\cos i - 1)$	
		Parámetro b_{IAM}	0.05
		Pérdida diodos serie	
		Caída de tensión	0.7 V
		Frac. de pérdida	1.9 % en STC
		Pérdidas de desajuste de módulo	
		Frac. de pérdida	0.0 % en MPP

Figura 19 Perdidas del conjunto

Fuente: Los autores

En esta tabla nos pueden enseñar de una mejor manera la clasificación y balances principales en los meses del año donde podemos visualizar la irradiación global que tendrá el sistema, la energía suministrada al usuario y la necesidad energética del usuario que tendrá si sobre pasa los limites establecido en las cargas ya determinadas.

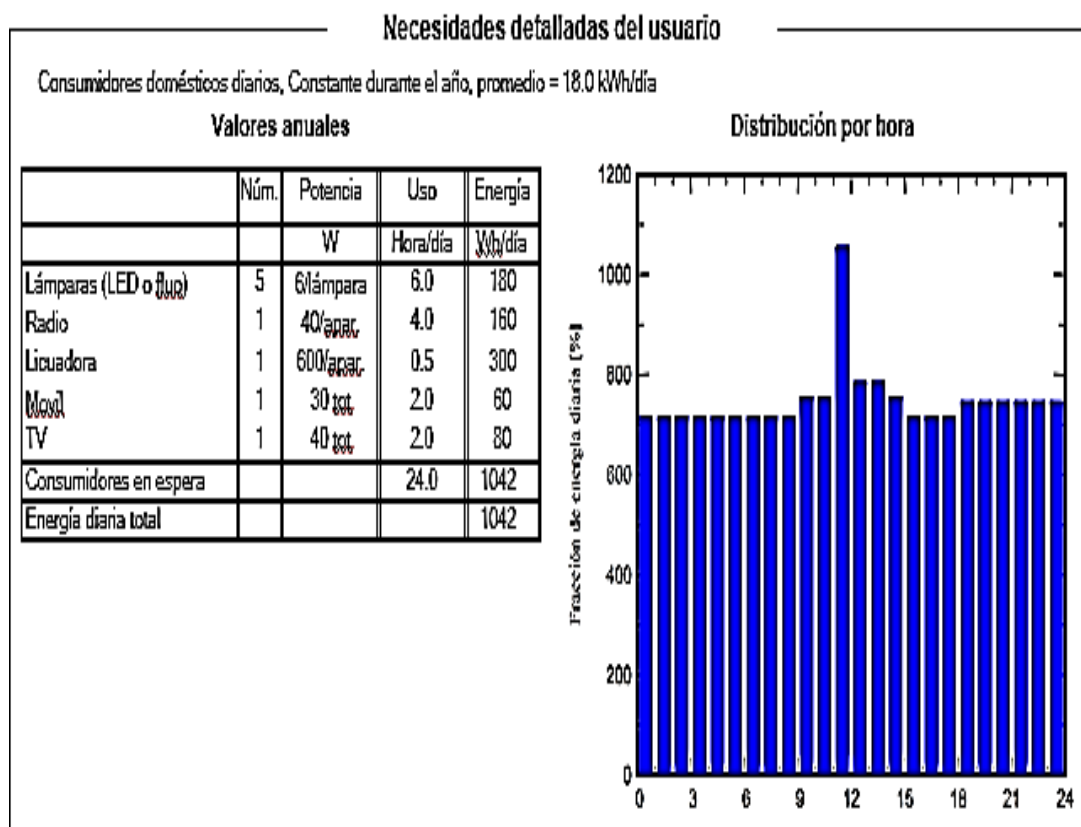


Figura 20 Necesidades detalladas del usuario

Fuente: Los autores

Cálculos obtenidos mediante el programa PVSYST donde dan valores de carga, sobrecarga y pérdidas de corriente para un mejor rendimiento y tener en cuenta verificación del sistema. Ayuda a escoger un mejor dispositivo, adaptarse a la ubicación donde se prende colocar el sistema. Arroja tabla de consumo para todos los meses del año y así tener en cuenta cómo será su rendimiento operativo del sistema.

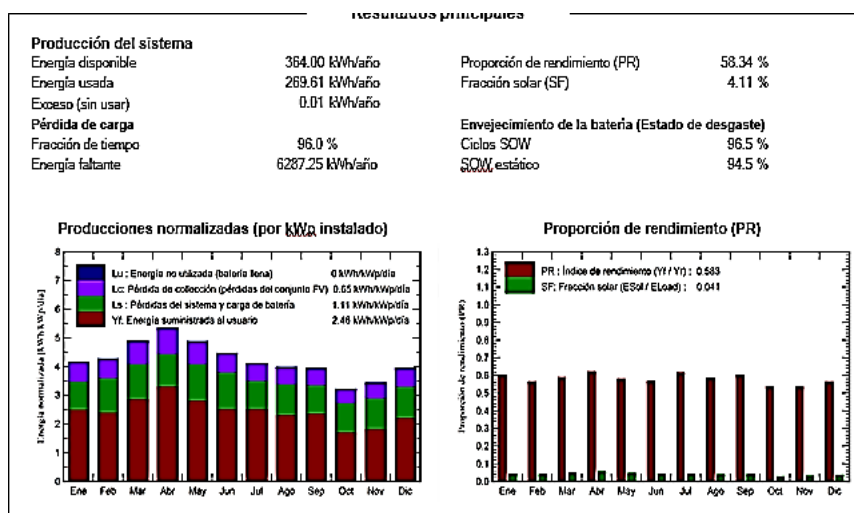


Figura 21 Producción del sistema

Fuente: Los autores

Balances y resultados principales

	G _{Global} kWh/m ²	G _{Global} Eff kWh/m ²	E _{Avail} kWh	E _{Used} kWh	E _{Miss} kWh	E _{User} kWh	E _{Load} kWh	SolFrac proporción
Enero	149.9	123.8	30.19	0.001	533.5	23.42	556.9	0.042
Febrero	131.4	115.5	28.29	0.001	482.7	20.30	503.0	0.040
Marzo	156.8	147.3	35.81	0.000	530.1	26.81	556.9	0.048
Abril	155.9	156.5	37.78	0.003	509.0	29.94	538.9	0.056
Mayo	140.1	147.3	35.82	0.000	530.5	26.34	556.9	0.047
Junio	122.9	130.8	32.12	0.000	516.1	22.81	538.9	0.042
Julio	118.9	124.4	30.47	0.000	533.3	23.58	556.9	0.042
Agosto	118.9	120.2	29.36	0.000	535.2	21.68	556.9	0.039
Septiembre	120.6	114.7	28.15	0.001	517.5	21.40	538.9	0.040
Octubre	106.8	96.4	23.35	0.002	540.8	16.06	556.9	0.029
Diciembre	142.4	117.2	28.65	0.000	536.2	20.72	556.9	0.037
Año	1581.0	1493.3	364.00	0.010	6287.3	269.61	6556.9	0.041
Noviembre	116.3	99.0	24.01	0.002	522.4	16.55	538.9	0.031

Legendas

- G_{Global}: Irradiación horizontal global
- G_{Global}Eff: Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- E_{Avail}: Energía solar disponible
- E_{Used}: Energía no utilizada (batería llena)
- E_{Miss}: Energía faltante
- E_{User}: Energía suministrada al usuario
- E_{Load}: Necesidad energética del usuario (Carga)
- SolFrac: Fracción solar (E_{Utilizada} / E_{Carga})

Figura 22 Balances y resultados principales

Fuente: Los autores

1.10 RESULTADOS

1.10.1 Primera visita


En la primera visita a la comuna La Masa 1 se pudo recolectar información sobre las personas que habitan en el sector. Por lo consiguiente, cada grupo se dividió con su respectiva familia a detener datos detallados y saber un poco más de su historia.



Figura 23 Fotografía de la comuna La Masa 1

Fuente: Los autores

Personas que habitan en la casa del Sr Pedro Ferrusola


 Sondeo para instalación de paneles solares
 Estudiante: Jose Mora- Billy Yagual

Habitantes de la comunidad La Masa 1										
Numeros de habitantes										
	HOMBRES	EDAD AÑOS	MUJERES	EDAD AÑOS	NIÑOS	EDAD AÑOS	NIÑAS	EDAD AÑOS	VIVIENDA	CONTACTO
1	Pedro Ferrusola Zuñiga	45	Julia Dominguez Velasco	45					13	0991718151
2					Edinson Ferrusola Dominguez	14				
3							Lisbet Velasco Ferrusola	5		
4					Mauricion Valero Ferruzola	6				
5					Edinson Falcone Ferruzola	4				
6							Kerty Falcone Ferruzola	10		
7							Victoria Pacheco Ferruzola	10		
8							Sofia Pacheco Ferruzola	6		
9					Alejandro Pacheco Ferruzola	7				
10					Victo Pacheco Ferruzola	8				

Figura 24 Encuesta realizada en la comuna

Fuente: Los autores

1.10.2 Segunda visita

Durante la segunda visita a lugar se planificó en la compra y carga de material de construcción para la fabricación e instalación de los pilares de hormigón, donde se contrató una gabarra para poder transportar todos los materiales pesados de construcción, con un tiempo de duración de viaje alrededor de 2 horas.



Figura 25 Traslado de los materiales

Fuente: Los autores

Se trabajó en conjunto con los demás compañeros para tener un mejor desempeño en conjunto y así poder terminar en menor tiempo posible la fabricación e instalación de la estructura.



Figura 26 Preparación de concreto

Fuente: Los autores

Como se puede observar el suelo no es favorable para la instalación de bases pequeñas, porque se forma lodo en los tiempos de lluvia. Como está la comuna a las orillas del río por lo general llueve. Se realiza la inspección de suelo para saber cuál sería la mejor opción de fabricación para esta base. Teniendo como resultado una base firme y fuerte para aguantar entre 4 a 8 paneles solares.



Figura 27 Preparación del terreno para la elaboración de la base del panel

Fuente: Los autores

Como se puede observar es una parte de la prefabricación del plinto donde tiene que ser la parte más fuerte y mejor fabricada para que así pueda soportar y tener mejor firmeza al momento de instalar la estructura metálica con los paneles fotovoltaico.



Figura 28 Relleno de la base del panel

Fuente: Los autores

Culminación de fabricación del pilar con su respectivo plinto. Por dentro de la infraestructura se dejó colocado un tubo PVC de 1 pulgada para así poder pasar el cable concéntrico 2x10# del sistema fotovoltaico.



Figura 29 Base Terminada

Fuente: Los autores

Como se puede observar el suelo no es beneficiario para la instalación de bases pequeñas, porque se forma lodo en los tiempos de lluvia. Como la comuna está a las orillas del río por lo general llueve. Se realizó el estudio de suelo para saber cuál sería la mejor opción de fabricación para esta base. Teniendo como resultado una base firme y fuerte para aguantar entre 4 a 8 paneles solares.

1.10.3 Tercera visita

Se realizó las conexiones de tubería PVC para tener una mejor distribución del circuito eléctrico; teniendo en cuenta que la estructura de casa que está elaborada de palo, por lo cual se debió colocar en un área adecuada.



Figura 30 Instalación de tuberías en la vivienda

Fuente: Los autores

Se utilizó focos RCA con una potencia de 5 watts y con una potencia luminosa de 6500 lumens. Es un foco con poco consumo de energía y mayor rendimiento luminoso, es muy factible para el sistema fotovoltaico porque es de 300 watts.



Figura 31 Instalaciones eléctricas de la vivienda

Fuente: Los autores

Para tener más en claro el enfoque de la instalación eléctrica. Nos guiamos por un plano eléctrico residencial. Poniendo 2 breakers de 10 A por tablero, determinar circuitos independientes para luminarias y tomacorrientes.



Figura 32 Distribución desde el panel de control

Fuente: Los autores

Se instaló una caja de breaker tipo Schneider Electric con conector tipo enchufe para un breaker de 10 A, por lo que residencialmente se utiliza breaker de 15 a 20 amperios. Y este sistema necesitaba tenían una protección de menor consumo.



Figura 33 Panel de Distribución

Fuente: Los autores

En la segunda casa realizamos el mismo proceso, nos guiamos por plano electrico para seguir con una mejor implementación de la instalación eléctrica para la residencia. El área era más pequeña por lo que se instaló 3 focos de 5 watts.



Figura 34 Estructura Eléctrica

Fuente: Los autores

Se instaló 3 tomacorrientes en la vivienda en puntos clave para una mayor utilización de los equipos

La instalación del panel de control marca Maviju con breakers real Din para una capacidad de 10 A. Utilizando circuitos diferentes para alumbrado y cargas de los tomacorrientes. Adoptando el esquema como protección y evitar sobrecargas en el sistema.

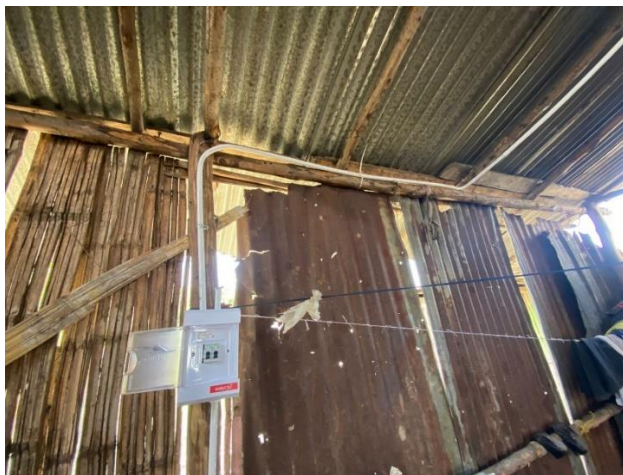


Figura 35 Distribución eléctrica de la vivienda

Fuente: Los autores

1.10.4 DISEÑO DE BANCO METÁLICO

Se elaboró un diseño de banco o silla metálico donde se instarán los demás equipos de control y protección para el sistema fotovoltaico. Se utilizó un ángulo de 1 pulgada en toda la estructura del banco así tendrá mejor estabilidad al momento de colocar las baterías, le colocaron un soporte en la parte central del banco para que se pueda equilibrar el peso de las baterías del sistema fotovoltaico.



Figura 36 Estructura de la silla

Fuente: Los autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.11 Conclusiones

- Poder visualizar todas las situaciones pertinentes en cada uno de los rincones de la comuna, se llegó a determinar que una de las principales ventajas es el suministro de agua potable por su difícil acceso y la otra no menos importante como el suministro eléctrico, optamos por brindarles un sistema fotovoltaico a la comuna de La Masal, con el análisis pertinente del sector y las condiciones si es favorable poner un sistema fotovoltaico.
- Para armar todo un sistema eléctrico con energía renovable se lleva un largo proceso de infraestructura donde se verán muchos puntos de vista como el uso del suelo donde se montarán las bases, el rendimiento de irradiación solar, los cambios de clima y la condición de vida como mejorara.
- Los cálculos obtenidos por dos distintos formatos que está diseñado para dar valores cercanos de potencia, rendimiento y materiales a utilizar. Se utilizó un cuadro de Excel realizado por la compañía EICA y los estudiantes del curso donde se comparó con el programa PVSYST y sus cálculos tuvieron un 90% de similitud por lo cual, los cálculos se los verifíco dos veces sin problemas. Teniendo respuestas positivas mediante este sistema de energía renovable.
- Se determinó y se llegó a un acuerdo, luego de un largo análisis completo, que todas las viviendas de la comuna necesitan un sistema fotovoltaico. Por lo cual se decidió realizar por bloques las estaciones de paneles y así poder tener una mejor distribución

1.12 Recomendaciones


- Se recomienda que todas las personas que conforman miembros de la vivienda, tener una previa capacitación para cada uno de los equipos eléctricos y del sistema fotovoltaico, para así tener un mejor entendimiento de los materiales y logren tener una vida útil más larga
- Con este proyecto se recomienda motivar a las demás personas y futuros Ingenieros eléctricos, dar a conocer más sobre la energía limpia y poder aprovechar toda la naturaleza que nos brinda y sobre todo ayudando al medioambiente
- Se recomienda seguir analizando y buscando en todo el alrededor del golfo de Guayaquil si hay personas que habiten islotes y así poder ayudar a las familias para que tengan un mejor estilo de vida en cada uno de sus hogares.
- Recomendación primordial no ultrajar e intentar modificar ninguno de los equipos instalados por los estudiantes.
- Seguir buscando nuevas fuentes de energía renovable para innovar.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «RPE-art-Daniela-Tramontana (2)».
- [2] W. Merchan, *Sistema Fotovoltaico Para Casas Individuales En La Comunidad Masa 2 – Golfo De Guayaquil*. 2021.
- [3] P. de Titulación, M. Bravo, K. Priscila, C. Baque, y L. Alfonso, «UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA Sede Guayaquil CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA».
- [4] K. Morocho, I.; Ríos, «Estudio técnico para incorporar generación distribuida fotovoltaica en el sector residencial del cantón Cuenca», p. 90, 2015, [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1506/14/UPS-CT002062.pdf>
- [5] J. Alvarado, L. de Guevara, F. Javier, y S. Alejo, «DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA».
- [6] W. G. J. LOACHAMIN, «Análisis Y Modelamiento Del Impacto De La Radiación Difusa En La Generación Eléctrica Usando Paneles Solares Fotovoltaicos Policristalinos», pp. 1-134, 2014.
- [7] A. Francisco, «ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA SISTEMA DE SEGUIMIENTO AUTOMÁTICO DEL SOL PARA OPTIMIZAR LA CAPTACIÓN DE ENERGÍA EN CELDAS FOTOVOLTAICAS PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTROMECAÁNICA».
- [8] C. De, «UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL».
- [9] «A la entrañable memoria del doctor Agustín Muhlia Velázquez», 1942.
- [10] «Tiger Mono-facial». [En línea]. Disponible en: www.jinkosolar.com
- [11] «tamaño (9)».
- [12] «Manual Usuario Regulador Carga Solar PWM 10A, 20A, 30A Lea detenidamente este manual antes de utilizar el regulador».
- [13] «CALIBRE(AWG)».
- [14] K. R. Rosales, F. Javier, M. Flores, J. Guadalupe, y Q. Galván, «Energía solar fotovoltaica».

ANEXOS

1.14 ANEXO 1: Documentos firmados por los propietarios de las viviendas

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

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

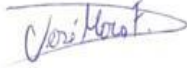
Nombre ESTUDIANTE1 José Moro Flores CI: 0941514168
 Nombre ESTUDIANTE2 Billy Yagual Cardenas CI: 0953542873

Representante de hogar:
 Destinatario: ING Gary Omar Ampuño Muñoz

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

YO Año del Rocío Roca Sandoz acepto que se ha cumplido con la instalación eléctrica de mi vivienda y base construida para el montaje de los paneles fotovoltaicos. La investigación realizada en la vivienda _____ con fines implementación sobre el proyecto de energíasolar.

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







REPRESENTANTE DE VIVIENDA ESTUDIANTE ENCARGADO

Figura 37 Certificado de la vivienda 1

Fuente: Los autores

Certificado de la vivienda dos.

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

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

Nombre ESTUDIANTE1 Tori Mora Elou CI: 0941514167
 Nombre ESTUDIANTE2 Billy Yagual Cardenas CI: 0953542875

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

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

YO Angela de Jesús Zuñiga Ferrusola acepto que se ha cumplido con la instalación eléctrica de mi vivienda y base construida para el montaje de los paneles fotovoltaicos. La investigación realizada en la vivienda _____ con fines implementación sobre el proyecto de energíasolar.

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

Angela Zuñiga
 REPRESENTANTE DE VIVIENDA

Coriat
 ESTUDIANTE ENCARGADO

Figura 38 Certificado de la vivienda 2

Fuente: Los autores

1.15 ANEXO 2: Panel eléctrico con su respectivo breaker de 10 A



Figura 39 Instalación del panel eléctrico

Fuente: Los autores

1.16 ANEXO 3: Montaje de las bases de los paneles

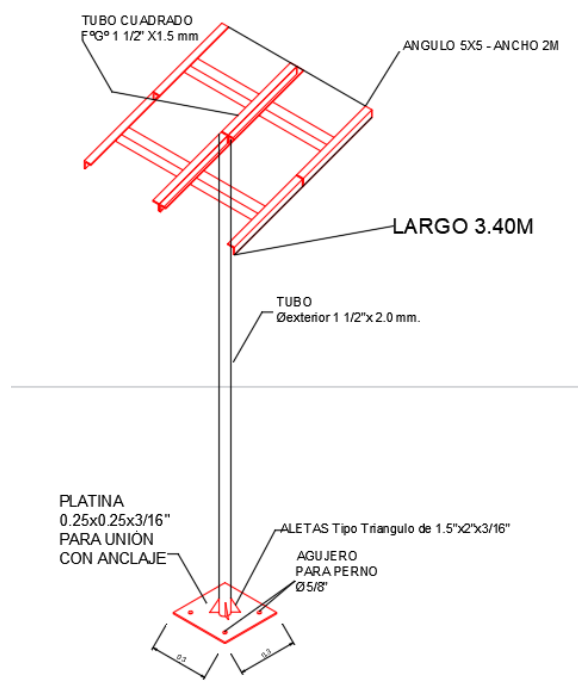


Figura 40 Base de los paneles

Fuente: Los autores

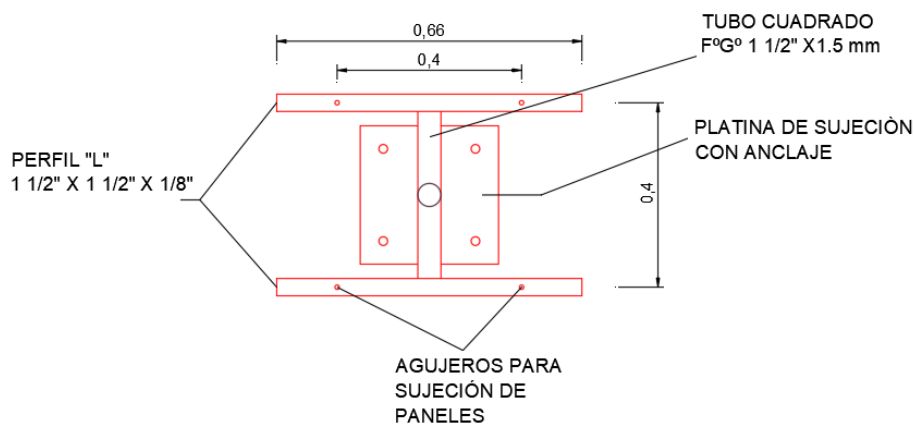


Figura 41 Acople metálico

Fuente: Los autores

Se diseñó una estructura metálica donde será alojado los módulos de paneles. Con sus medidas correspondiente teniendo en consideración que por base deberán estar 4 módulos de los cuales serán distribuido independientemente para las casas.

1.17 ANEXO 4: Fotografía de la propietaria de la casa



Figura 42 Propietaria de la vivienda

Fuente: Los autores

1.18 ANEXO 5: Trabajo en equipo



Figura 43 Trabajo en equipo

Fuente: Los autores