



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TEMA

SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASAS INDIVIDUALES EN LA
COMUNIDAD MASA 2 – GOLFO DE GUAYAQUIL

AUTOR:

BORBOR MERCHAN WILLIAM FRANCISCO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. GARY OMAR AMPUÑO AVILÉS

GUAYAQUIL - ECUADOR

ENE - 2021

Certificado de Responsabilidad y Autoría del Proyecto de Titulación

Yo, **WILLIAM FRANCISCO BORBOR MERCHAN** le doy la autorización a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación parcial o total de este proyecto de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Asimismo, declaro que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente proyecto son de exclusiva responsabilidad del autor.

Guayaquil 20 de noviembre 2020

A handwritten signature in blue ink that reads "William Borbor". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a light gray rectangular box.

William Francisco Borbor Merchán

Cédula: 0930136551

Certificado de Sesión de Derechos de Autor del Proyecto de Titulación a la Universidad Politécnica Salesiana

Yo, **WILLIAM FRANCISCO BORBOR MERCHAN**, con documento de identificación N° **0930136551**, manifiesto de forma voluntaria y cedo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del proyecto de grado titulado “**SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASAS INDIVIDUALES EN LA COMUNIDAD MASA 2 – GOLFO DE GUAYAQUIL.**” mismo que ha sido elaborado para la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO** en la **Universidad Politécnica Salesiana**, resultando la universidad facultada para ejercer absolutamente los derechos anteriormente cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi posición 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 20 de noviembre 2020



William Francisco Borbor Merchán

Cédula: 0930136551

Certificado de Dirección del Proyecto de Titulación Suscrito por el Autor

Yo, **GARY OMAR AMPUÑO AVILES**, director del proyecto de Titulación denominado “**SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASAS INDIVIDUALES EN LA COMUNIDAD MASA 2 – GOLFO DE GUAYAQUIL.**” Presentado y realizado por el estudiante **WILLIAM FRANCISCO BORBOR MERCHAN**, certifico que ha sido orientado y analizado durante su desarrollo, por cuanto apruebo esta presentación ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil 20 de noviembre 2020



Ms. Gary Omar Ampuño Avilés

Dedicatoria

Esta tesis de grado va dedicada principalmente a Dios porque me acompañó a lo largo del camino, nunca dejándome sólo en cada paso que doy, a mi madre Silvia Merchán y a Geovanny Vásquez que fueron el apoyo y pilares fundamentales en esta etapa de mi vida, no dudaron de mi capacidad para conseguir el objetivo, también dedico este proyecto a mi familia que siempre me dio aliento para no renunciar, a Joyce Rivadeneira que llenó mi vida de alegría dándome el apoyo fundamental para poder dar lo mejor en esta tesis, a mis amigos Melany Macías, Luis Castro, Xavier Martínez, Gabriel Calero que me han acompañado a lo largo de la carrera y que serán futuros colegas.

BORBOR MERCHAN WILLIAM.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, a mi familia, a mis maestros que han tenido la paciencia suficiente a lo largo de la carrera y que me han sabido guiar por el buen camino, siendo un ejemplo para mí, a mi Tutor de Tesis el Ing. Gary Ampuño, quien me ha brindado soporte permanente y eficaz para poder llegar al objetivo de este trabajo.

BORBOR MERCHAN WILLIAM.

Resumen

Año	Alumno	Tutor de Proyecto de titulación	Proyecto de Titulación
2020	William Borbor	Ing. Gary Ampuño	SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASAS INDIVIDUALES EN LA COMUNIDAD MASA 2 – GOLFO DE GUAYAQUIL

La universidad tiene como objetivo aportar a la comunidad con el desarrollo de investigaciones que aporten y ayuden a dar un mejor estilo de vida para personas vulnerables y de sectores rurales. Como grupo objetivo, nos enfocamos en los grupos que no tienen acceso al sistema de energía eléctrica, debido a que presentan dificultad de acceso a la red eléctrica por las distancias exhaustivas y las irregularidades que presenta el terreno. estas comunidades, trabajan con generadores de combustión portátiles por algunas horas de la noche para iluminar sus hogares y así realizan cargas de equipos como celulares que les permiten estar comunicados.

En el presente trabajo se realizó la visita a la comunidad de Masa 2 - Golfo de Guayaquil para conocer las necesidades que tienen los moradores y la escuela, con esta encuesta fue posible obtener información para un diseño e implementación de un sistema fotovoltaico en la escuela. La instalación del sistema fotovoltaico está formada por paneles solares, un sistema de baterías, inversor y regulador, para los cálculos se tomó como referencia los datos obtenidos por páginas como PVGIS sobre los terrenos donde se ubica esta comunidad y recolectado también de otros proyectos que han trabajado en la zona. Es una propuesta para proporcionar energía renovable a través de paneles fotovoltaicos en cada casa para suplir esporádicamente el uso de los generadores de combustión. Como resultados se obtuvo la implementación de un sistema fotovoltaico de 1.000 a 1.500 watts.

Abstract

Year	Student	Degree Project Tutor	Technical degree Project
2020	William Borbor	Ing. Gary Ampuño	PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR INDIVIDUAL HOUSES IN THE COMMUNITY MASA 2 - GOLFO DE GUAYAQUIL

The university aims to contribute to the community with the development of research that contributes and helps to give a better lifestyle for vulnerable people and rural sectors. As a target group, we focus on groups that do not have access to the electricity system, because they have difficulty accessing the electricity grid due to the exhaustive distances and irregularities presented by the terrain. these communities work with portable combustion generators for a few hours of the night to light up their homes and thus carry out loads of equipment such as cell phones that allow them to be connected.

In this work was made the visit to the community of Masa 2 - Gulf of Guayaquil to know the needs of the residents and the school, with this survey it was possible to obtain information for the design and implementation of a photovoltaic system in the school. The installation of the photovoltaic system consists of solar panels, a battery system, inverter and regulator, for the calculations was taken as a reference the data obtained by pages such as PVGIS on the land where this community is located and also collected from other projects that have worked in the area. It is a proposal to provide renewable energy through photovoltaic panels in each house to sporadically supplement the use of combustion generators. As a result, a photovoltaic system of 1.000 to 1.500 watts was implemented.

CONTENIDO

CONTENIDO	9
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE TABLAS	15
CAPITULO I	16
1.1 Introducción	16
1.2 Justificación	18
1.3 Delimitación	19
1.4 Antecedentes	19
1.5 Objetivos	20
1.5.1 Objetivo General	20
1.5.2 Objetivos Específicos	20
1.6 Metodología del diseño	20
1.6.1 Tipo de investigación	20
1.7 Vivencia obtenida durante la ejecución del proyecto de titulación en Masa 2.....	20
1.8 Transporte y Movilización	21
1.9 Comunidad	21
1.10 Educación	21
1.11 Religión.....	21
1.12 Salud	22
1.13 Alimentación	22
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1 Energía renovable	23
2.2 Inducción a la energía solar fotovoltaica	23
2.3 Radiación solar	24
2.3.1 La radiación directa	24
2.3.2 La radiación difusa	25
2.3.3 La radiación reflejada	25
2.4 Irradiación	25
2.5 Insolación solar	25
2.6 Unidades de la radiación solar	26

2.7	Proyectos emblemáticos de energías renovables en el Ecuador.....	26
2.8	Estructura actual del sector eléctrico ecuatoriano	27
2.9	Iluminación.....	28
2.10	Flujo luminoso.....	28
2.11	Intensidad luminosa.....	29
	2.12.1 Iluminancia	29
	2.12.2 Luminancia	29
2.13	Tipos de lámparas	29
	2.13.1 Incandescente	29
	2.13.2 Halógenos	29
	2.13.3 Fluorescente	30
	2.13.4 Led	31
2.14	Modelo de un sistema fotovoltaico con sus partes	31
2.15	Celdas solares.....	32
	2.15.1 Celdas solares multicristalino	32
2.16	Inversores fotovoltaicos.....	33
2.17	Baterías.....	34
	2.17.1 Batería solar	35
2.18	Regulador de voltaje	35
CAPITULO III DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE MASA 2		36
3.1	Antecedentes	36
3.2	Orientación e inclinación.....	36
3.3	Cálculo de inclinación óptima	37
3.4	Orientación de paneles solares.....	37
3.5	PVGIS	38
3.6	Información de los beneficiarios.....	38
3.7	Plano arquitectónico de las residencias.....	42
	3.7.1 Residencia de la familia #1 Bonilla Espinoza	42
	3.7.2 Residencia de la familia #2 Espinoza Zúñiga	43
	3.7.3 Residencia de la familia #3 Espinoza Mendoza	44
3.8	Plano eléctrico de las residencias.....	45
	3.8.1 Residencia de la familia #1	45
	3.8.2 Residencia de la familia #2	46

3.8.3 Residencia de la familia #3	47
3.9 Dibujo unifilar del sistema.....	48
3.9.1 Residencia de la familia #1 Bonilla Espinoza	48
3.9.2 Residencia de la familia #2 Zúñiga Espinoza	48
3.9.3 Residencia de la familia #3 Espinoza Mendoza	49
3.10 Diseño metálico de tablero y de estructuras utilizadas para el sistema fotovoltaico	50
3.10.1 Panel solar	50
3.10.2 Base metálica para el panel solar	51
3.10.3 Base metálica para la batería	52
3.10.4 Tablero de distribución	53
3.10.5 Montaje de equipos.	54
3.11 Cálculos técnicos	55
3.11.1 Estudio de carga familia #1	55
3.11.2 Estudio de carga familia #2	56
3.11.3 Estudio de carga familia #3	57
3.12. Cálculo del consumo total del sistema.....	58
3.13 Cálculo de la batería.....	59
3.14 Dimensionamiento del panel solar	61
3.15 Cálculo del inversor	65
3.16 Plantilla de circuitos derivados para la familia #1.....	68
3.17 Plantilla de circuitos derivados para la familia #2.....	69
3.18 Plantilla de circuitos derivados para la familia #3.....	70
3.19 Pvsyst photovoltaic software	71
3.20 Simulación en el SOFTWARE PVSYSY 7.0.....	71
CAPITULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA COMUNIDAD DE MASA 2	73
4.1 Antecedentes	73
4.2 Estructura del soporte.....	80
4.2.1 Sistema de baterías	81
4.2.2 Colocación de paneles fotovoltaicos	82
4.3 Configuración del sistema fotovoltaico.....	84
4.4 Instalaciones eléctricas internas de las Residencias	84
4.4.1 Ductos	84

4.4.2 Cajas de paso	85
4.4.3 Cajetín cuadrado PVC 4x4	85
4.4.4 Conductores	86
4.4.5 Boquillas	86
4.4.6 Interruptores	87
4.4.7 Tomacorrientes	87
4.4.8 Canaletas	88
4.5 Implementación del proyecto	89
4.5.1 Informe del proyecto actual	89
4.5.2 Realización de la instalación del sistema fotovoltaico en la comuna Masa 2	91
4.6 Presupuesto	97
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101
ANEXOS	102
Agregado 1	102
Agregado 2	103
Agregado 3	104
BIBLIOGRAFÍA	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Casa de la comunidad, Isla del Golfo, Masa 2, Puna	16
Figura 2. Comunidad masa 2	17
Figura 3. Comunidad masa 2	18
Figura 4. Funcionamiento de la radiación solar	24
Figura 5. Hora solar pico.	25
Figura 6. Lámpara halógena.	30
Figura 7. Lámparas fluorescentes.	30
Figura 8. Lámpara Led.	31
Figura 9. Modelo de un sistema fotovoltaico.	31
Figura 10. Esquema básico de un sistema fotovoltaico AC.....	32
Figura 11. Módulo de celdas solares de silicio multicristalino.....	33
Figura 12. Sistemas Fotovoltaicos con ejemplo de inversores fotovoltaicos para sistemas autónomos y sistemas conectados a la red.	34
Figura 13. Tipo de baterías de uso solar.	34
Figura 14. Reguladores de voltaje solares.....	35
Figura 15. Rendimiento de un sistema FV aislado a la red en la comuna “Masa 2”	38
Figura 16. Plano arquitectónico, familia Bonilla Espinoza	42
Figura 17. Plano arquitectónico, familia Espinoza Zúñiga.....	43
Figura 18. Plano arquitectónico, familia Espinoza Mendoza	44
Figura 19. Plano eléctrico, familia Bonilla Espinoza	45
Figura 20. Plano eléctrico, familia Zúñiga Espinoza	46
Figura 21. Plano eléctrico, familia Espinoza Mendoza	47
Figura 22. Diagrama unifilar, familia Bonilla Espinoza	48
Figura 23. Diagrama unifilar, familia Zúñiga Espinoza	48
Figura 24. Diagrama unifilar, familia Espinoza Mendoza	49
Figura 25. Panel Solar Fotovoltaico.....	50
Figura 26. Base Metálica-Panel Solar	51
Figura 27. Base metálica-Batería Gel	52
Figura 28. Tablero de distribución	53
Figura 29. Sistema de energía solar.	54
Figura 30. Diseño de la comuna de Masa 2	73
Figura 31. Diseño de la comuna de Masa 2	73
Figura 32. Ubicación geográfica de la comuna “Masa 2”	74
Figura 33. Diseño de la comuna de Masa 2	74
Figura 34. Diseño de la comuna de Masa 2	75
Figura 35. Diseño de la comuna de Masa 2	75
Figura 36. Diseño de la comuna de Masa 2	76
Figura 37. Diseño de la comuna de Masa 2	77
Figura 38. Diseño de la comuna de Masa 2	77
Figura 39. Ubicación geográfica de la comuna “Masa 2”	78
Figura 40. Ubicación geográfica de la comuna “Masa 2”	78
Figura 41. Ubicación geográfica de la comuna “Masa 2”	79

Figura 42. Soporte para paneles solares	80
Figura 43. Paneles solares y baterías	80
Figura 44. Panel Solar	81
Figura 45. Sistema de baterías	82
Figura 46. Montaje de base metálica para baterías.....	83
Figura 47. Montaje de paneles fotovoltaicos.....	83
Figura 48. Tipos de tubería.....	84
Figura 49. Caja de paso	85
Figura 50. Cajetín cuadrado PVC 4x4	85
Figura 51. Conductores	86
Figura 52. Boquillas	86
Figura 53. Interruptores	87
Figura 54. Boquillas	88
Figura 55. Canaleta decorativa Figura 56. Canaletas plásticas.....	88
Figura 57. Canaletas especiales Figura 58. Canaletas tipo cerradas	89
Figura 59. Canaletas tipo escalera.....	89
Figura 60. Residencia, familia Bonilla Espinoza.....	90
Figura 61. Escuela Simón Bolívar en comuna Masa 2.	90
Figura 62. Materiales para el montaje del sistema fotovoltaico con paneles solares.....	91
Figura 63. Base metálica para baterías	91
Figura 64. Baterías.....	92
Figura 65. Caja de paso	92
Figura 66. Inversor.....	93
Figura 67. Montaje final del sistema de alimentación.	93
Figura 68. Instalación de paneles solares.....	94
Figura 69. Implementación de paneles solares en casas de la comuna Masa 2.....	94
Figura 70. Montaje final del sistema fotovoltaico con paneles solares	95
Figura 71. Instalación de Boquilla	96
Figura 72. Instalación de tomacorrientes	96
Figura 73. Instalación de cajas de tomacorrientes.....	97
Figura 74. Resultados de la simulación en el software PVSYST 7.0	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proyectos emblemáticos del consumo de energía eléctrica.....	26
Tabla 2 Marco general del sector eléctrico del Ecuador.....	27
Tabla 3 Flujo luminoso.	28
Tabla 4 flujo luminoso.....	29
Tabla 5 Datos de la familia Bonilla Espinoza	39
Tabla 6 Datos de artefactos eléctricos usados en la familia Bonilla Espinoza	39
Tabla 7 Datos de la familia Zúñiga Espinoza	40
Tabla 8 Datos de artefactos eléctricos usados en la familia “Espinoza Zúñiga”	40
Tabla 9 Datos de la familia Espinoza Mendoza	41
Tabla 10 Datos de artefactos eléctricos usados en la familia “Espinoza Mendoza”	41
Tabla 11 Plantilla de circuitos derivados para la familia #1	68
Tabla 12 Plantilla de circuitos derivados para la familia #2	69
Tabla 13 Plantilla de circuitos derivados para la familia #3	70
Tabla 14 Presupuesto	97
Tabla 15 Cuadro sinóptico de capacitación para los habitantes de la comuna Masa 2.	102

CAPITULO I

1.1 Introducción



Figura 1. Casa de la comunidad, Isla del Golfo, Masa 2, Puna

Fuente: Autor

Actualmente la electricidad es un servicio de necesidad básica para el ser humano, y esto puede afectar a sectores industriales, residenciales, etc., por lo que puede llegar a generar reclamos y molestias.

Masa 2 es una comunidad que cuenta aproximadamente con 23 familias divididas en 17 casas que su comunidad se encuentra a 45 minutos aproximadamente en una lancha.

Los miembros de la comuna no cuentan con los conocimientos necesarios el cual se requiere para poder desarrollar, diseñar y ejecutar proyectos de esta índole como lo es la energía eléctrica a base de energía renovable.

En la actualidad Masa 2 carece del servicio de alcantarillado, también de energía eléctrica y su escenario los llevan a usar generadores, alrededor de 6 a 7 horas que usualmente son desde las 16h00 hasta las 22h00 u 23h00 pm, por su parte es difícil construir una red de distribución eléctrica, debido al alto costo que sobrellevaría dicha instalación en la comuna.

En la comunidad de Masa 2 tenemos a una señora que se encarga de la comida de los visitantes, ya que las demás personas no cuentan con los implementos correspondientes para realizar la misma. Cada familia de la comuna tiene diferentes cargas en sus hogares y no todas las familias cuentan con su respectiva iluminación.



Figura 2. Comunidad masa 2

Fuente: Google Maps.



Figura 3. Comunidad masa 2

Fuente: Google Maps.

1.2 Justificación

Como se puede apreciar en la comunidad de Masa 2 no existe un sistema apropiado de energía eléctrica, a su vez también existen muchos otros lugares en el Ecuador donde el servicio eléctrico no existe, esto motivó a que se realice un estudio y mediante ese estudio se pudo aplicar un sistema fotovoltaico en la escuela de Masa 2 para personas que se les ha dificultado tener dicho privilegio como es la energía eléctrica.

El sistema que se implementó, ayudará a la comunidad tener el beneficio de energía eléctrica el cual, gozarán de iluminación durante la tarde y noche

Aprovechar la energía del sol para poder producir y repartir energía mediante un sistema renovable y así poder mejorar el estilo de vida en la comuna, el cual esto les dará aliento para que se puedan seguir realizando varios proyectos que podrán beneficiar a las finanzas familiares de la comunidad de Masa 2.

1.3 Delimitación

El siguiente proyecto para la titulación es un diseño de un sistema fotovoltaico que permitirá abastecer con energía eléctrica a 3 viviendas de la comunidad Masa 2 ubicada en el Golfo de Guayaquil, posterior a eso tenemos la implementación que parte del estudio realizado y será aplicado en la escuela de Masa 2 que dará carga a un sistema de iluminación, un televisor, un computador, artículos del hogar que trabajarán de manera eficiente.

1.4 Antecedentes

En Ecuador, en la provincia de Pastaza, se encuentra una comunidad de Sarayaku alcanzó la energía eléctrica a través de paneles solares y ha ayudado cerca de 1.500 habitantes. (Telegrafo, 2009)

La Universidad Politécnica Salesiana tiene como prioridad ayudar a la comunidad. Por lo tanto en apoyo con docentes y alumnos se planteó realizar un sistema de sistema fotovoltaico implementándolo en la comuna el cual permitirá alimentar ciertas cargas como: una computadora, puntos eléctricos, cargadores de celulares, etc., a viviendas de la comunidad de Masa 2 del Golfo de Guayaquil, adjuntando un banco de baterías en un área determinada para su fácil maniobra al momento de realizar los pertinentes mantenimientos, se ha podido prestar atención en que dicha comunidad no cuenta con un fácil vía de transporte por el cual la empresa eléctrica no ha logrado proveer dicho servicio.

Masa 2 por ser una comunidad alejada del Golfo de Guayaquil el gobierno no ha podido abastecer de energía eléctrica por lo cual los habitantes cuentan con generadores que funcionan a base de diesel para obtener el servicio.

En las viviendas se dará paso a un sistema de iluminación partiendo de energía renovable teniendo como principal fuente de recurso la energía solar.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar, implementar y analizar un sistema de iluminación por medio de energía renovable que nos permita reemplazar una de las necesidades que tiene la comunidad de Masa 2 – Golfo de Guayaquil.

1.5.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar la problemática que tiene Masa 2 en la red de energía eléctrica.
- ✓ Diseñar un sistema fotovoltaico para la comunidad de Masa 2.
- ✓ Implementar un sistema autónomo que nos permita aprovechar la energía solar en su totalidad.
- ✓ Capacitar a la comunidad de Masa 2 sobre el funcionamiento y el debido mantenimiento del sistema de energía solar.

1.6 Metodología del diseño

1.6.1 Tipo de investigación

En este caso la investigación realizada es exploratoria ya que al asistir a Masa 2 Golfo de Guayaquil, Puná, se pudo interactuar con los habitantes del sector para saber que tanto conocían de la energía renovable específicamente el uso de paneles solares, esto fue posible gracias a la elaboración de encuestas y entrevistas a los líderes de la comuna ya que es la tendencia en sectores donde se dificulta el acceso, como podemos apreciar en Masa 2.

1.7 Vivencia obtenida durante la ejecución del proyecto de titulación en Masa 2

Al momento de tomar este tema de tesis la información respecto a Masa 2 era muy escasa, los principales aspectos que resultaban desconocidos eran los siguientes: ubicación, transporte, salud y educación, desde un comienzo nuestro plan era ayudar a la comunidad de Masa 2 y así darle una mejor alternativa de un servicio básico como es la electricidad.

Al instante que se estuvo realizando este proyecto se logró estar al tanto de más detalles sobre la comunidad.

1.8 Transporte y Movilización

Masa 2 se encuentra aproximadamente a 45 minutos en lancha partiendo desde el mercado La Caraguay, en donde podemos encontrar personas de diferentes comunas que se dedican al transporte de cargas y personal, el cual inician sus recorridos alrededor de las 7h00, 8h00, 9h00 am, y retornan entre las 14h00 y 15h00 pm, los 7 días de la semana.

Los costos de los pasajes en lancha para cada persona están entre los \$2,50 a \$3,00, los pasajeros deben compartir la lancha con la carga con la que se embarquen los comuneros el cual satisface sus necesidades.

1.9 Comunidad

La señora Giselle Anastasio profesora del centro educativo fue la responsable de brindarnos todas las facilidades para conocer el lugar y dialogar con la población beneficiada.

1.10 Educación

Actualmente masa 2 consta con un solo centro educativo llamado ‘Escuela de Educación Básica Simón Bolívar isla del golfo, Masa 2, Puna’. En el plantel es evidente notar como existen varias falencias.

A la institución acuden aproximadamente 22 alumnos, el cual consta de 9 niñas y 13 niños entre 4 a 9 años respectivamente, los cuales están a cargo de dos maestras que imparten sus conocimientos a los estudiantes de la comuna. Una parte de recursos que tiene el plantel es gracias a donaciones que gestionan los padres de familia para las actividades del centro educativo. Existe un solo baño, el cual se comparte con los estudiantes, y no cuenta con agua, tampoco con energía eléctrica.

1.11 Religión

La gran parte de la comuna de Masa 2 es de la religión católica pero no cuentan con una iglesia para poder realizar sus actividades.

1.12 Salud

En la comunidad de Masa 2 no se cuenta con dispensarios médicos o con un doctor asignado, tampoco se puede encontrar con farmacias, su acceso es muy limitado a las medicinas.

Los habitantes de la comuna tienen que asistir a un especialista en la ciudad de Guayaquil cuando tienen enfermedades avanzadas y que no pueden controlar por sus propios medios.

1.13 Alimentación

En la comunidad de Masa 2 se notó que la alimentación es muy limitada por ser una zona muy distante de los mercados y productos básicos. Su principal consumo de alimentos son los mariscos como: cangrejos, pescado, etc., ya que ellos se dedican a esto para su ingreso económico.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Energía renovable

Los avances tecnológicos y fuentes renovables de energía ofrecen a los países en vías de desarrollo poder brindar un mejor estilo de vida para sus habitantes, reduciendo el nivel de pobreza y mejorando la calidad de vida. (Unidas, 2011)

En Ecuador y el resto del mundo se efectúan significativos arranques para expandir las distintas formas de energía renovable para así generar energía eléctrica. (Gonzalez, 2019)

Hay fuentes renovables y son aquellas que sin ningún instrumento se regenera sola mediante flujos energéticos y que luego pueden ser aprovechadas usando distintos procesos tecnológicos. (Hernaiz, Energía Renovables, tendencia en Ecuador, 2015)

Las fuentes que no son normalmente de energía renovable se consideran fuentes que crean energía eléctrica conocidas como limpias.

Recientemente en Latinoamérica, el manejo de fuentes que no son normalmente de energía renovable ha conseguido sumarse al mercado que genera energía eléctrica en combinación entre energías limpias y bajas en carbono para la rebaja de CO₂. (S. Hoyos, 2017)

2.2 Inducción a la energía solar fotovoltaica

La energía solar por medio de paneles solares es una de las nuevas opciones el cual ya están efectuándose a escala mundial, ya que estas energías son amigables con el medio ambiente y a su vez hace que en lugares apartados de cualquier zona el beneficio sea positivo a bajo costo de ejecución e implementación así también en su bajo costo de mantenimiento.

Los módulos solares que brindan este tipo de energía, están hechos por medio de celdas solares, su función es la de obtener la electricidad, lo cual es una gran herramienta del suministro eléctrico en áreas no urbanas que tienen una mejor recepción de energía del sol. Se pueden utilizar de manera rápida y efectiva por medio de estos sistemas solares, o puede también ser recolectada en baterías que se pueden utilizar en el lapso de la noche.

2.3 Radiación solar

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas generadas por el sol.

El sol es un organismo negro que expresa energía persiguiendo la ley de Planck a temperatura de 6.000 °K. La magnitud que mide la radiación solar es la irradiación, que aprecia la energía que obtiene el planeta. (Moran, 2015)

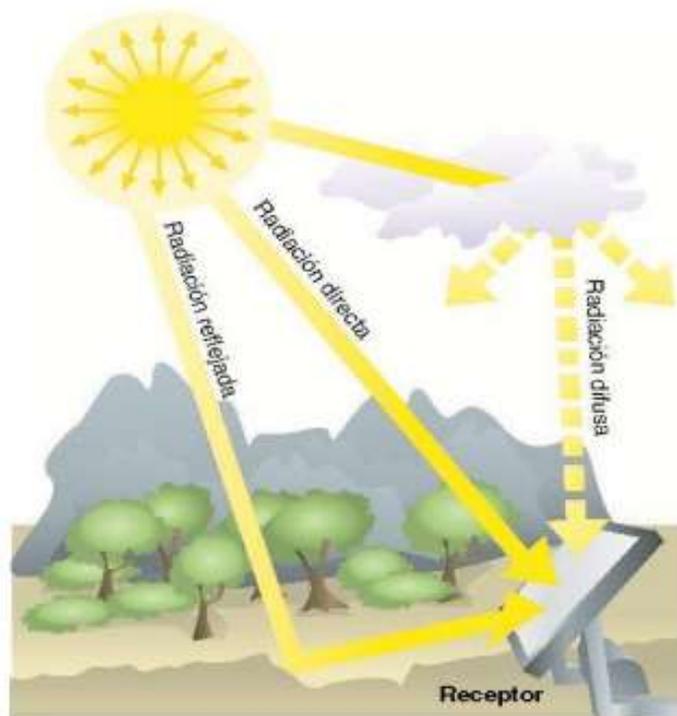


Figura 4. Funcionamiento de la radiación solar

2.3.1 La radiación directa

La radiación directa es la que procede desde el sol y no sufre ningún tipo de cambios de dirección. (Ivan Moran, Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica de potencia y control automático., 2015)

2.3.2 La radiación difusa

Se emite por el arco celeste matinal del sol por los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en el ambiente, en las nubes, y parte de objetos atmosféricos y terrestres. (Ivan Moran, Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica de potencia y control automático., 2015)

2.3.3 La radiación reflejada

Es la energía mostrada por la superficie del planeta el cual el total de radiación básicamente depende del coeficiente de reflexión de la superficie. (Ivan Moran, Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica de potencia y control automático, 2015)

2.4 Irradiación

La irradiación ayuda a definir la potencia incidente por elemento de área de cualquier ejemplo de radiación electromagnética. (Gualan, 2015)

2.5 Insolación solar

La insolación solar es la energía que entra a una parte del planeta en un tiempo determinado o en un lapso de tiempo más largo. La insolación se puede medir en términos de horas punta solar el cual la unidad sería HPS. (Martinez, 2011)

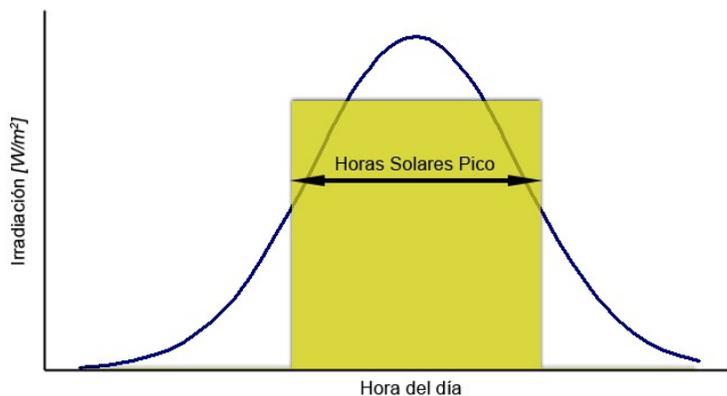


Figura 5. Hora solar pico.

Fuente: Wikipedia, La enciclopedia libre, 28 de abril 2.020

2.6 Unidades de la radiación solar

Para dimensionar la superficie de un módulo solar existen 2 unidades las cuales son:

HORA SOLAR PICO (HSP): Es la cantidad de horas de sol que se absorbe en el día con una energía de radiación de 1.000 W/m².

WATIO PICO (WP): Esta es la máxima potencia que logra recoger un sistema fotovoltaico y concuerda con cierta energía de radiación de manera constante de 1.000 W/m² y que la temperatura es de 25 °C. (Cuenca, 2018)

2.7 Proyectos emblemáticos de energías renovables en el Ecuador

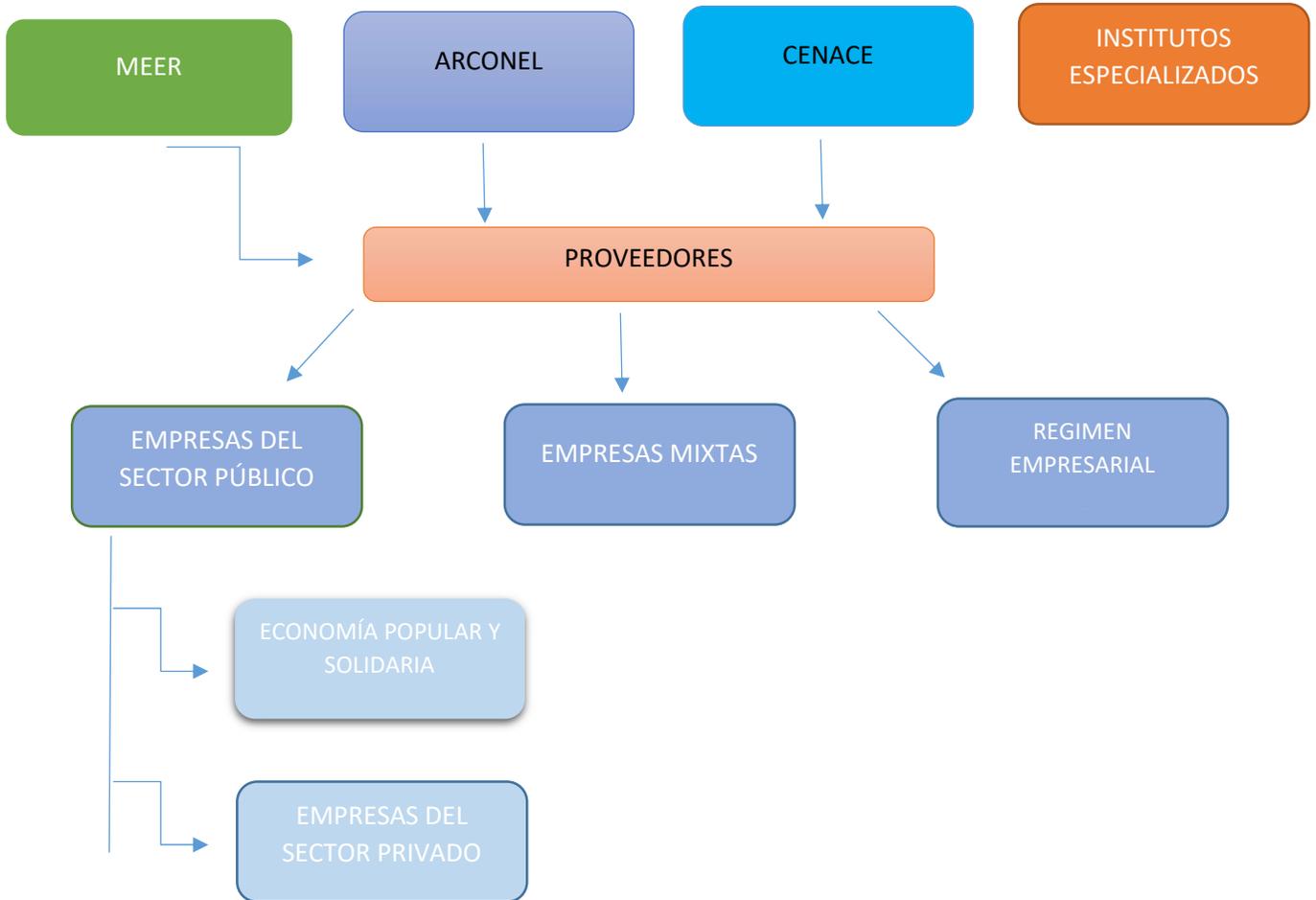
Los proyectos hidroeléctricos hoy por hoy contribuyen en parte a la producción nacional, ya que aún no llegan a su nivel de máxima elaboración o aún están en fases de implementación y construcción, el más nombrado y más grande es el proyecto de Coca Codo Sinclair que tiene una capacidad de producción de 1.500 mWh; existen otros 7 proyectos hidroeléctricos de gran envergadura (Tabla 1), la mayor parte se encuentran en promedio de avance de más del 50% y son renovables no convencionales ya que son las energías más limpias y que se regeneran sin presentar niveles bajos en su recuperación. (Vinueza, 2019)

Tabla 1 Proyectos emblemáticos del consumo de energía eléctrica. (2.019), 28 abril 2.020

<i>Nombre de central hidroeléctrica</i>	<i>Potencia</i>	<i>avance</i>
<i>Coca Codo Sinclair</i>	1.500 mWh	83,1%
<i>Minas San Francisco</i>	275 mWh	55%
<i>Delsitanisagua</i>	180 mWh	40,1%
<i>Manduriacu</i>	60 mWh	En operación
<i>Mazar Dudas</i>	21 mWh	82,5%
<i>Sopladora</i>	487 mWh	81,1%

2.8 Estructura actual del sector eléctrico ecuatoriano

Tabla 2 Marco general del sector eléctrico del Ecuador. (28 marzo 2.018, Rubén Barreno), 28 abril 2.020



2.9 Iluminación

Es la acción y resultado de alumbrar. Esto quiere decir que al momento de dar luz solicita persistentemente a quien se le pueda ofrecer su claridad. (Julian Perez, 2009)

2.10 Flujo luminoso

El flujo luminoso indica la energía luminosa, el cual la fuente emite en 1 segundo.

Tabla 3 Flujo luminoso. (08 noviembre 2.019, Ana), 28 abril 2.020

Foco clásico	Foco halógeno	Foco de bajo consumo	Foco LED	Flujo luminoso
25 W	25 W	5 W	3 W	210 – 204 lm
40 W	40 W	9 W	5 W	400 – 450 lm
60 W	60 W	13 W	9 W	700 – 740 lm
100 W	100 W	22 W	15 W	1.300 – 1.500 lm

El flujo luminoso se reduce en todo sistema que genera luz. Como ejemplo puede ser en focos compactos. Para un foco LED, un 70% del valor único al terminar su vida útil. (Ana, 2019)

2.11 Intensidad luminosa

Dicha intensidad es una porción del flujo luminoso que incurre en un área y depende de diversas causas tales como: fuente de luz, ángulo de radiación y trayecto del área revisada desde el origen de la iluminación. (Ana, 2019).

Tabla 4 flujo luminoso. (08 noviembre 2.019, Ana), 28 abril 2.020

Tipo de lugar o de acción	Iluminancia (lx)
Escalones	30 lx
Pasillos	70 lx
Baños	150 lx
Cocina, sala, cenador	250 – 350 lx
Iluminación para estudiar, cifrar.	500 lx

2.12.1 Iluminancia

Es el flujo luminoso que incurre sobre un espacio. (Fremap)

2.12.2 Luminancia

Es la luz procedente de las cosas. (Fremap)

2.13 Tipos de lámparas

2.13.1 Incandescente

Instrumento que genera iluminación por medio del calentamiento basado en el principio del Efecto Joule de un sedal metálico. (contributors, Lampara incandescente, 2017)

2.13.2 Halógenos

Es otro tipo de bombilla incandescente, resiste el calor de mejor manera y el torzal y los fluidos son más neutrales en términos químicos, esto beneficia a que tenga un mayor tiempo de utilidad. (contributors, Lampara halogena, 2019)



Figura 6. Lámpara halógena.

Fuente: EcuRed

2.13.3 Fluorescente

Este tipo de luminaria lleva dos electrodos en sus extremos y consiste de dos tubos de vidrio, dentro de su superficie se hallan las sustancias luminosas que convierten las radiaciones ultravioletas en rojas, estas mismas son las que emiten luz. (contributors, Lampara fluorescentes, 2019)



Figura 7. Lámparas fluorescentes.

Fuente: EcuRed

2.13.4 Led

Este tipo de lámpara utiliza diodos emisores de luz como fuente de iluminación. (contributors, Lamparas Led, 2019)



Figura 8. Lámpara Led.

Fuente: EcuRed

2.14 Modelo de un sistema fotovoltaico con sus partes

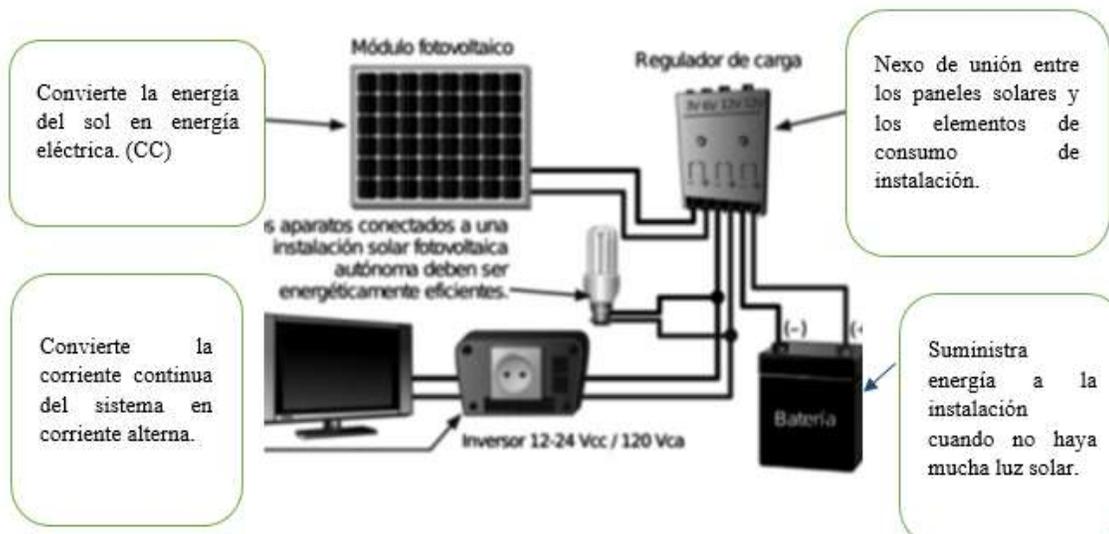


Figura 9. Modelo de un sistema fotovoltaico.

Fuente: José Ortiz

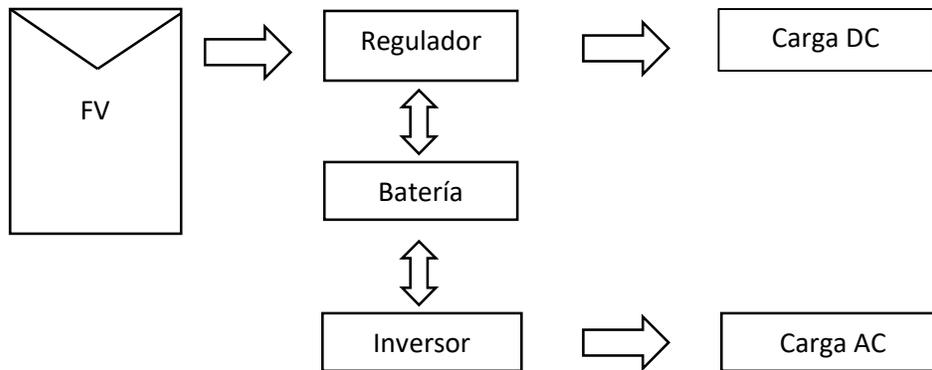


Figura 10. Esquema básico de un sistema fotovoltaico AC.

2.15 Celdas solares

Es un dispositivo que transforma la luz del sol en energía eléctrica de manera inmediata.

(Pereda, Celdas Fotovoltaicas en Generacion Distribuida, 2005)

2.15.1 Celdas solares multicristalino

Estas celdas solares se los fabrican con el material que son más baratos que los que se utilizan para obtener el silicio a la perfección. La primer labor reside en aguantar la deterioración del tiempo de vida útil con el uso respectivo de instrucciones tecnológicas en el transcurso de la producción que atrapen las impurezas no deseadas para eliminarlas después. (Pereda, Celdas fotovoltaicas en generacion distribuida, 2005)



Figura 11. Módulo de celdas solares de silicio multicristalino.

Fuente: Eco inventos 2.019

2.16 Inversores fotovoltaicos

Funciona como un dispositivo de transformación entre la corriente continua instaurada por el modulo solar fotovoltaico y la carga que requiera CA (corriente alterna). (Ortiz, 2013)

Sus características principales son las siguientes: voltaje de alimentación, potencia límite de salida y la eficacia. (Ortiz, 2013)



Figura 12. Sistemas Fotovoltaicos con ejemplo de inversores fotovoltaicos para sistemas autónomos y sistemas conectados a la red.

Fuente: MIGUEL ALONSO ABELLA, CIEMAT

2.17 Baterías

Existen dos tipos básicos: el mono bloque y las estacionarias. A veces, se usa la instalación de un grupo electrógeno, que genera electricidad cuando es muy escasa la energía solar. (NAP, Energía Solar Fotovoltaica, 2002)

Depende del tipo de estudio, se logra optar por la capacidad, también la cantidad, y se puede dar un número de baterías a manipular.. (NAP, Energía Solar Fotovoltaica, 2002)



Figura 13. Tipo de baterías de uso solar.

Fuente: Juan Ramos Mansilla.

2.17.1 Batería solar

Los electrodos en una batería solar tienen una mezcla de antimonio. la crecida de la materia prima activa desarrolla cuanto va a costar y también el peso de la batería. (Jorge Velez, 2015)

2.18 Regulador de voltaje

Son sistemas que permiten conservar un voltaje fijo en la salida independiente de la corriente requerida por la carga y pueden ser de dos tipos: paralelo o serie. Para diseñar de reguladores se debe conocer el voltaje y la corriente máxima requerida. (Huircan, 2012)

Este dispositivo tiene como función la de registrar el funcionamiento del sistema previniendo la sobrecarga y descarga de la batería además de dar alarmas visuales en caso de cualquier falla. (Carlos Orbeozo, 2010)

REGULADORES DE CARGA SOLARES



Figura 14. Reguladores de voltaje solares.

Fuente: Ernesto Rodríguez

CAPITULO III DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE MASA 2

3.1 Antecedentes

En cualquier diseño de una instalación eléctrica se necesita obtener información que nos ayude a ejecutar los cálculos para el dimensionamiento de todos los equipos.

Este capítulo analiza algunos datos generales, competentes, organizados y eléctricos para el esquema que se ha mencionado con anterioridad:

- Orientación e inclinación
- Cálculo de inclinación optima
- Orientación de paneles solares
- PVGIS
- Información de las personas beneficiarias.
- Planos arquitectónicos familiar.
- planillas eléctricas actuales por familia.
- Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico.
- Cálculos Técnicos.

3.2 Orientación e inclinación

Para la orientación e inclinación de módulos Fotovoltaicos se debe tener en consideración que la posición está dada por dos ángulos, ángulo de inclinación y orientación. Observando la orientación del módulo, se concluyó que los módulos deben ser dirigidos con dirección al Ecuador, ya que de esta forma se aprovecha de forma homogénea la energía del sol sin muchas pérdidas lo cual es lo que hace este sistema lo más óptimo posible.

La comuna Masa 2 tiene un ángulo de orientación de 0° lo cual es perfecto para ocupar la energía que brinda el sol, mientras que el ángulo de inclinación al estar situado en Ecuador la irradiación solar impacta de forma perpendicular por lo que los módulos no deben estar inclinados sino de forma horizontal con visto al cielo.

3.3 Cálculo de inclinación óptima

Para este cálculo se necesita en los paneles hay que ayudarse de la siguiente formula:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|\phi|$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|2,0798|$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + 1,43$$

$$\beta_{opt} = 5,13^\circ$$

ϕ = Latitud del lugar

β_{opt} = Angulo de inclinación óptimo

De todas formas, se recomienda para valores menores a 15° usar como ángulo de inclinación el valor de 15° , esto sucede al estar en países donde la latitud es muy pequeña en este caso Ecuador.

3.4 Orientación de paneles solares

Como se ha manifestado antes el ángulo de orientación de los paneles es de 0° porque las casas se encuentran sobre el Ecuador donde la inclinación con respecto al Sol es minúscula aproximándose mucho a 0.

3.5 PVGIS

El PVGIS es una aplicación web que ayuda al usuario a conseguir antecedentes sobre radiación solar y fabricación de energía solar de un sistema con módulos solares, de diferentes partes del planeta, se puede usar para obtener una serie de cálculos diferentes.



Figura 15. Rendimiento de un sistema FV aislado a la red en la comuna "Masa 2"

En la Figura 15 podemos apreciar los resultados del rendimiento de un sistema de energía solar aislado a la red que se instaló en Masa 2.

3.6 Información de los beneficiarios

Se detallan a continuación los datos personales de cada familia, y los diferentes cálculos que se hicieron para cada familia.

Las familias que se les hizo el estudio tienen diferentes tipos de artefactos eléctricos el cual requieren una carga diferente para cada una de ellas.

Los datos considerados son los siguientes:

- Datos personales.
- Artefactos eléctricos que se utilizan actualmente.

Tabla 5 Datos de la familia Bonilla Espinoza

Familia #1	
Residencia Bonilla Espinoza	
Integrantes	
Nombre del jefe del Hogar	José Gabriel Bonilla Rodríguez
Cédula de identidad	0917751828
Madre de familia	Mercedes Yaneth Espinoza Bohórquez
Cédula de identidad	0951217009
Hijo(a) #1	Adam Gabriel Bonilla Espinoza
Cédula de identidad	0959202052
Hijo(a) #2	José Gabriel Bonilla Espinoza

Fuente: Autor

Tabla 6 Datos de artefactos eléctricos usados en la familia Bonilla Espinoza

Artefactos eléctricos a dar servicio			
Con la implementación del sistema fotovoltaico			
Equipo	Cantidad	Vatios/Unidad	Total Vatios
Focos	2	20	40
Ahorradores			
Toma corriente	2	22	44
Licuadaora	1	300	300
Tv	1	115	115

Fuente: Autor

Tabla 7 Datos de la familia Zúñiga Espinoza

Familia #2	
Residencia Zúñiga Espinoza	
Integrantes	
Nombre del jefe del Hogar	Byron José Zúñiga Ferrusola
Cédula de identidad	0928839745
Madre de familia	Cecilia de Jesús Espinoza Bohórquez
Cédula de identidad	0919981217
Hijo(a) #1	Luis Enrique Zúñiga Espinoza
Cédula de identidad	0953095593
Hijo(a) #2	José de Jesús Zúñiga Espinoza
Cédula de identidad	0962411864

Fuente: Autor

Tabla 8 Datos de artefactos eléctricos usados en la familia "Espinoza Zúñiga"

Artefactos eléctricos a dar servicio			
Con la implementación del sistema fotovoltaico			
Equipo	Cantidad	Vatios/Unidad	Total Vatios
Focos	2	20	40
Ahorraadores			
Toma corriente	2	40	80
Televisor	1	115	115
Olla arrocera	1	600	600

Fuente: Autor

Tabla 9 Datos de la familia Espinoza Mendoza

Familia #3	
Residencia Espinoza Mendoza	
Integrantes	
Nombre del jefe del Hogar	Julio Alfredo Espinoza Bohórquez
Cédula de identidad	0923106736
Madre de familia	Norma Angélica Mendoza Espinoza
Cédula de identidad	0951227891
Hijo(a) #1	Carlos David Mendoza Espinoza
Cédula de identidad	0951227974

Fuente: Autor

Tabla 10 Datos de artefactos eléctricos usados en la familia "Espinoza Mendoza"

Artefactos eléctricos a dar servicio			
Con la implementación del sistema fotovoltaico			
Equipo	Cantidad	Vatios/Unidad	Total, Vatios
Focos Ahorradores	3	20	60
Toma corriente	2	20	40
Laptop	1	25	25
Televisor	1	115	115

Fuente: Autor

3.7 Plano arquitectónico de las residencias

3.7.1 Residencia de la familia #1 Bonilla Espinoza

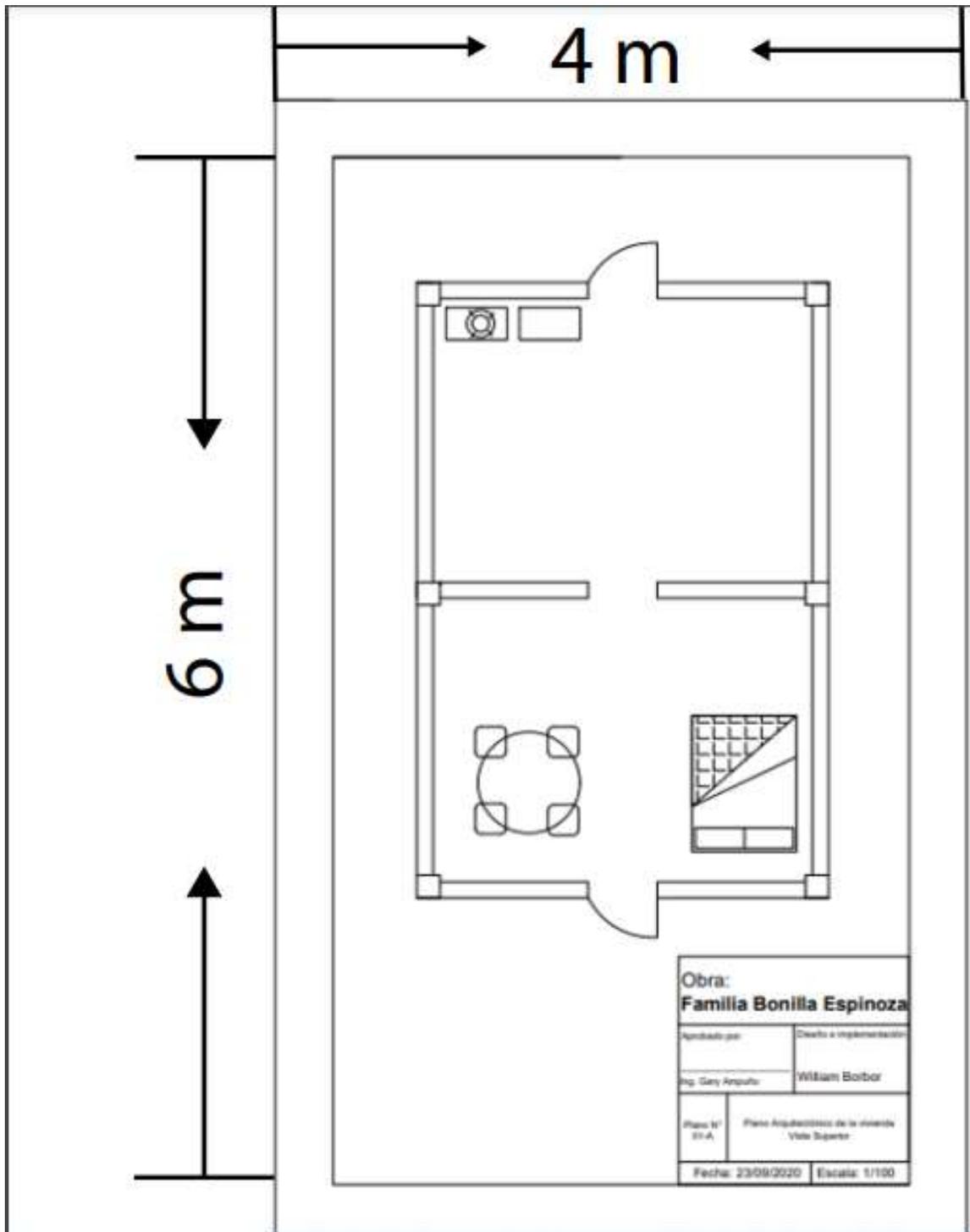


Figura 16. Plano arquitectónico, familia Bonilla Espinoza

Fuente: Autor

3.7.2 Residencia de la familia #2 Espinoza Zúñiga

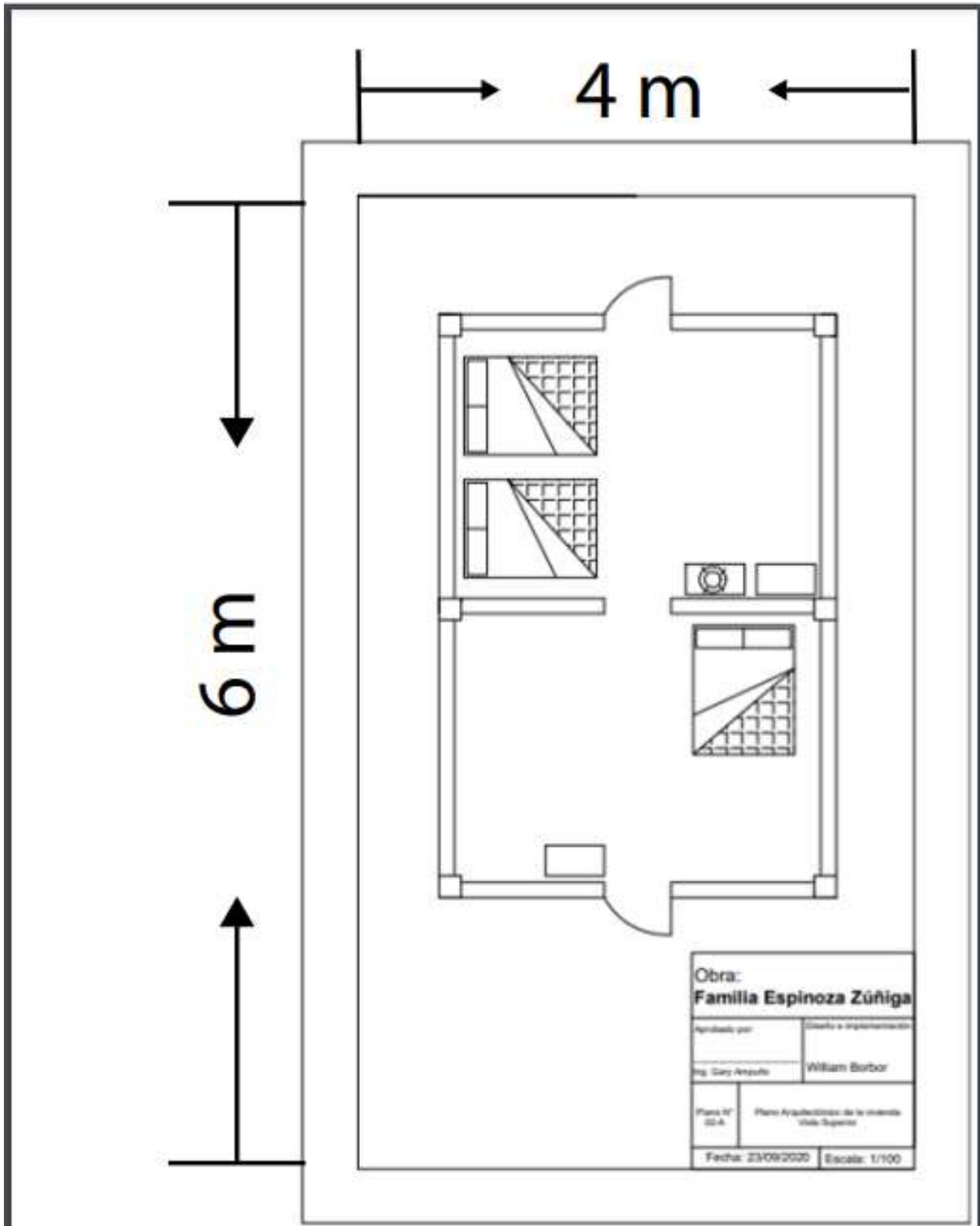


Figura 17. Plano arquitectónico, familia Espinoza Zúñiga

Fuente: Autor

3.7.3 Residencia de la familia #3 Espinoza Mendoza

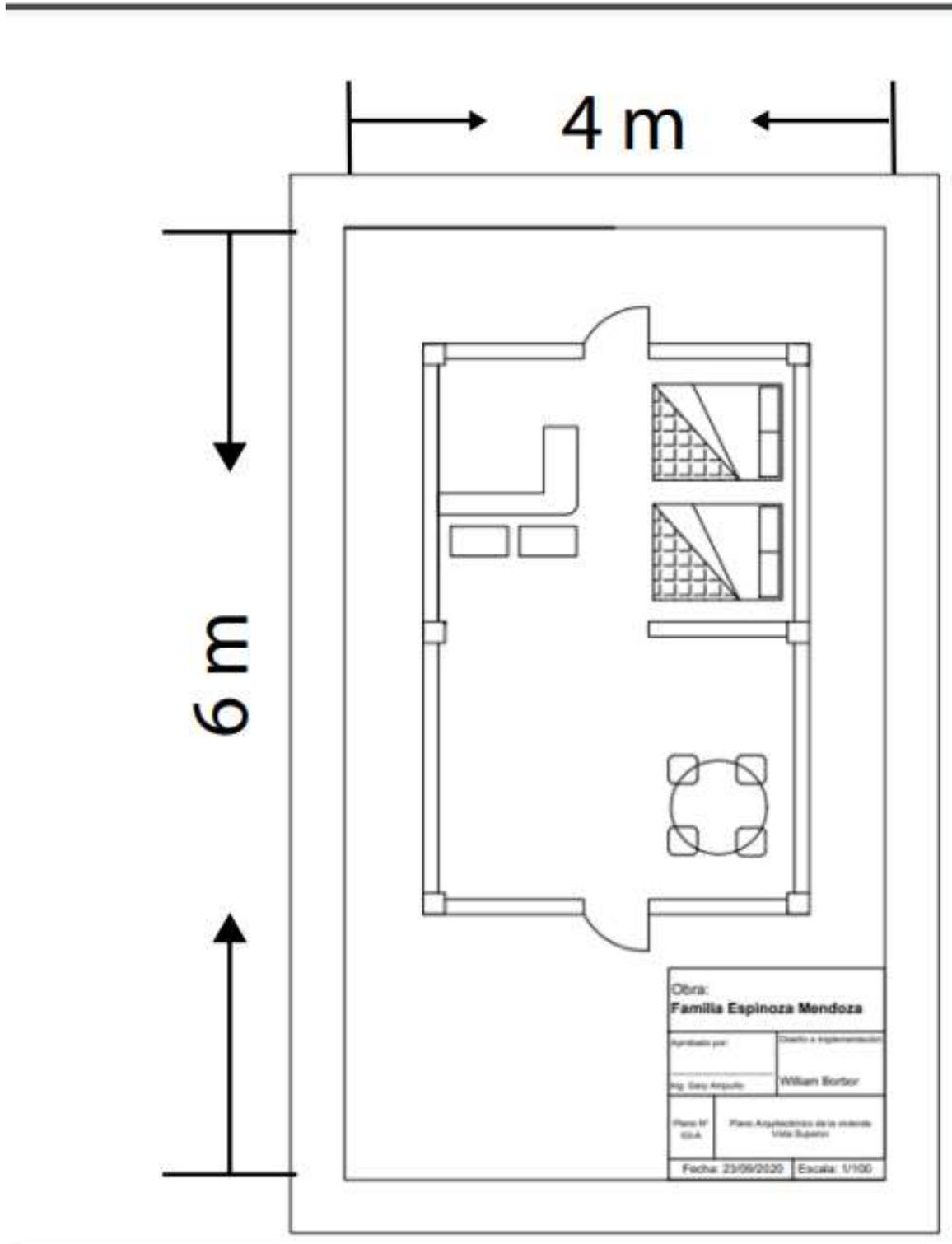


Figura 18. Plano arquitectónico, familia Espinoza Mendoza

Fuente: Autor

3.8 Plano eléctrico de las residencias

3.8.1 Residencia de la familia #1

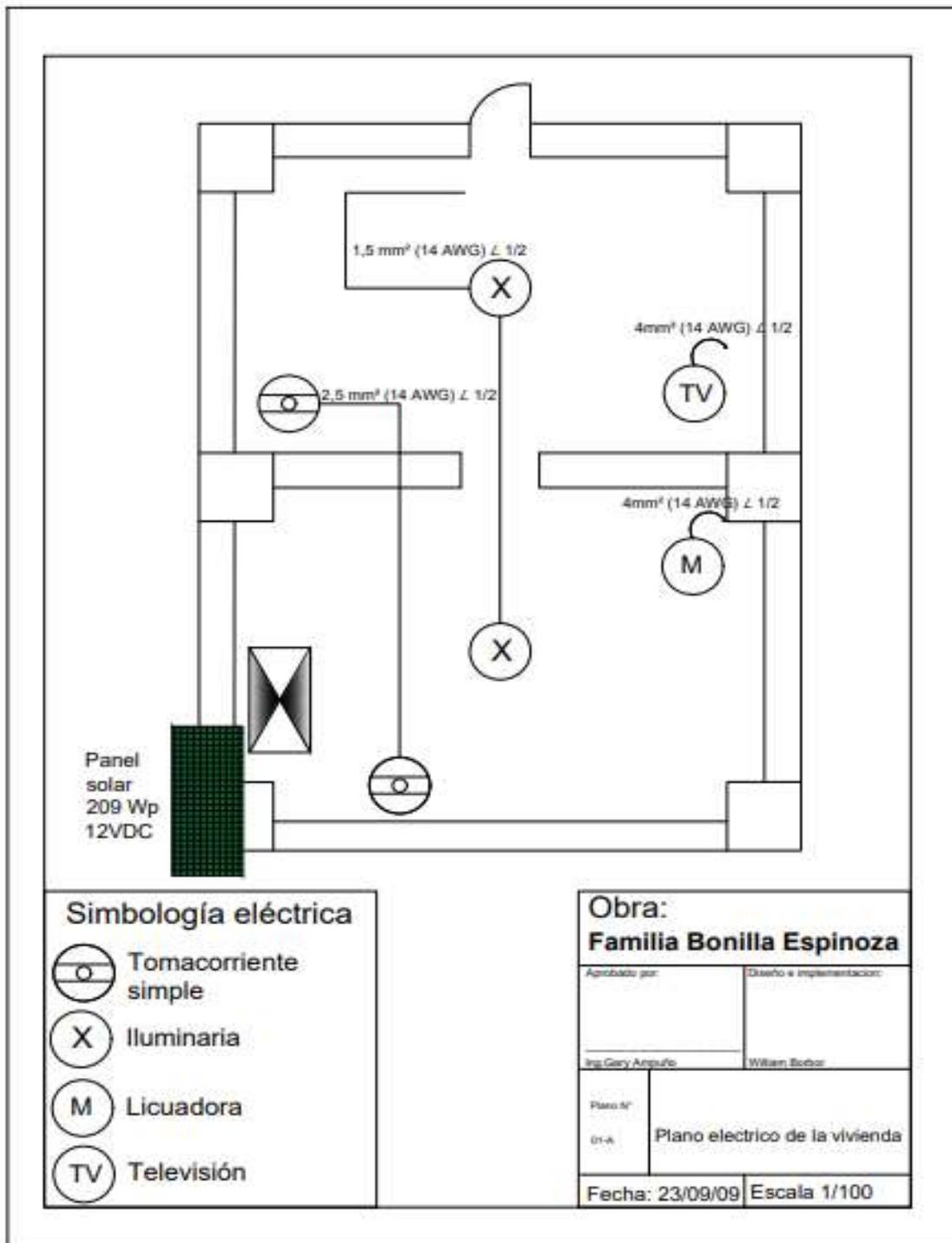


Figura 19. Plano eléctrico, familia Bonilla Espinoza

Fuente: Autor

3.8.2 Residencia de la familia #2

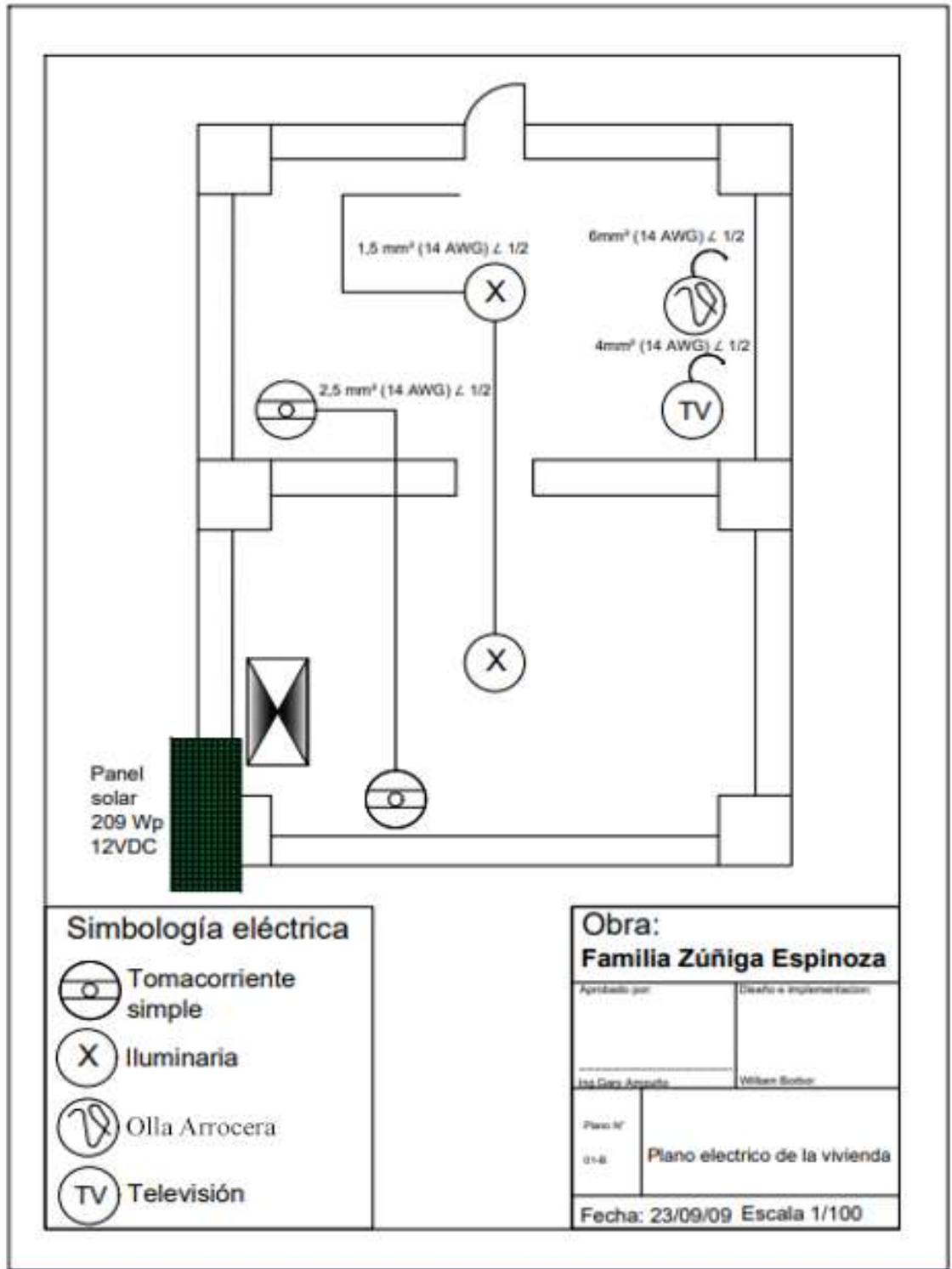


Figura 20. Plano eléctrico, familia Zúñiga Espinoza

Fuente: Autor

3.8.3 Residencia de la familia #3

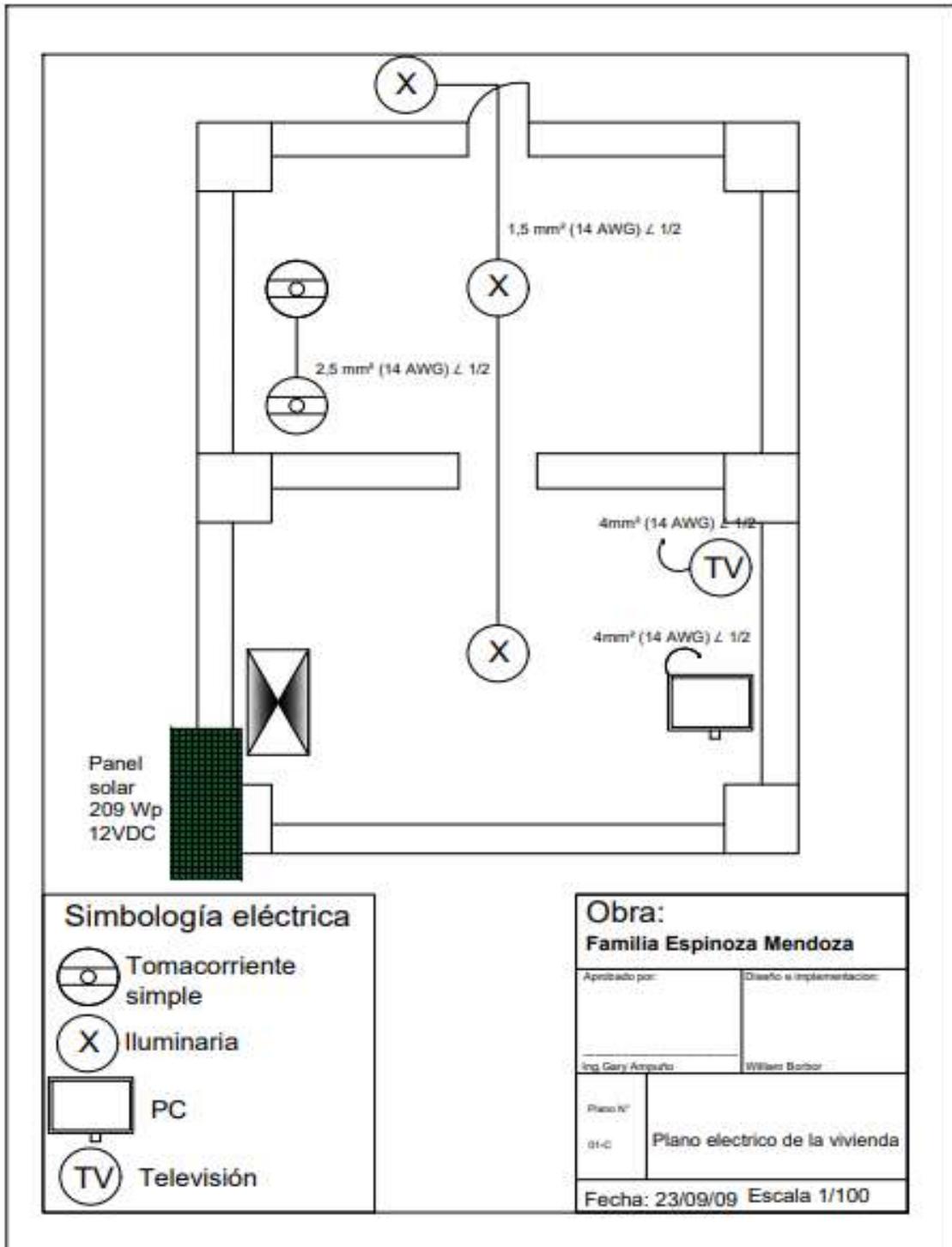


Figura 21. Plano eléctrico, familia Espinoza Mendoza

Fuente: Autor

3.9 Dibujo unifilar del sistema

3.9.1 Residencia de la familia #1 Bonilla Espinoza

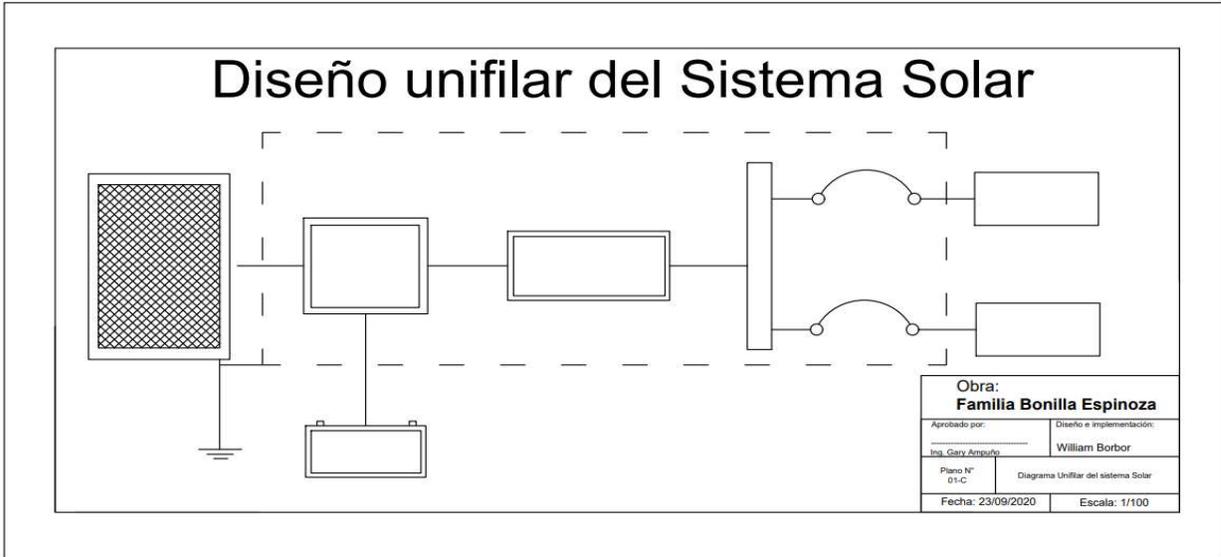


Figura 22. Diagrama unifilar, familia Bonilla Espinoza

Fuente: Autor

3.9.2 Residencia de la familia #2 Zúñiga Espinoza

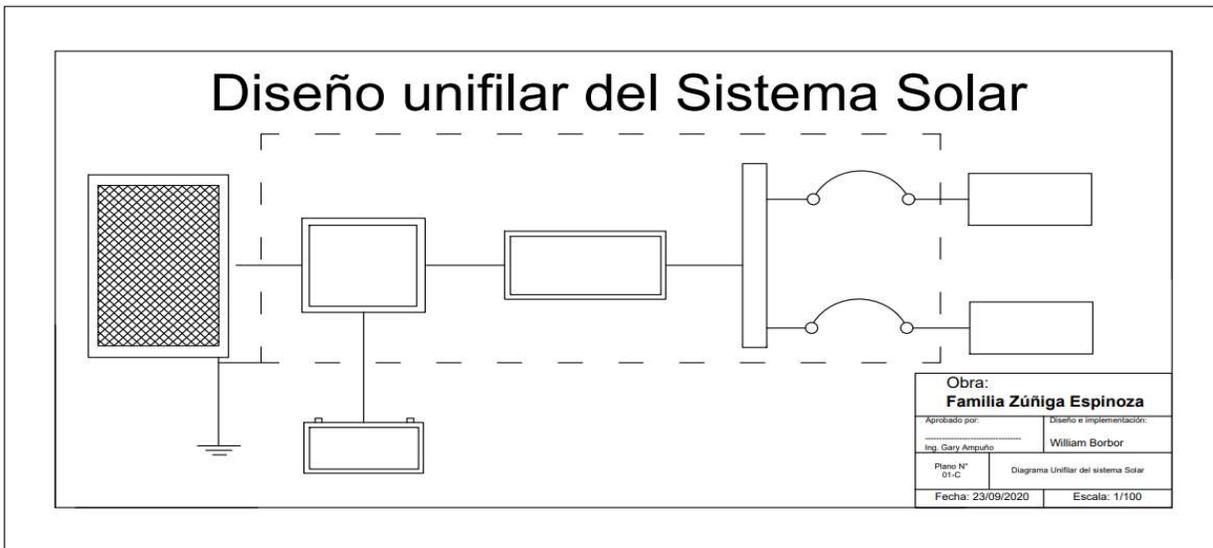


Figura 23. Diagrama unifilar, familia Zúñiga Espinoza

Fuente: Autor

3.9.3 Residencia de la familia #3 Espinoza Mendoza

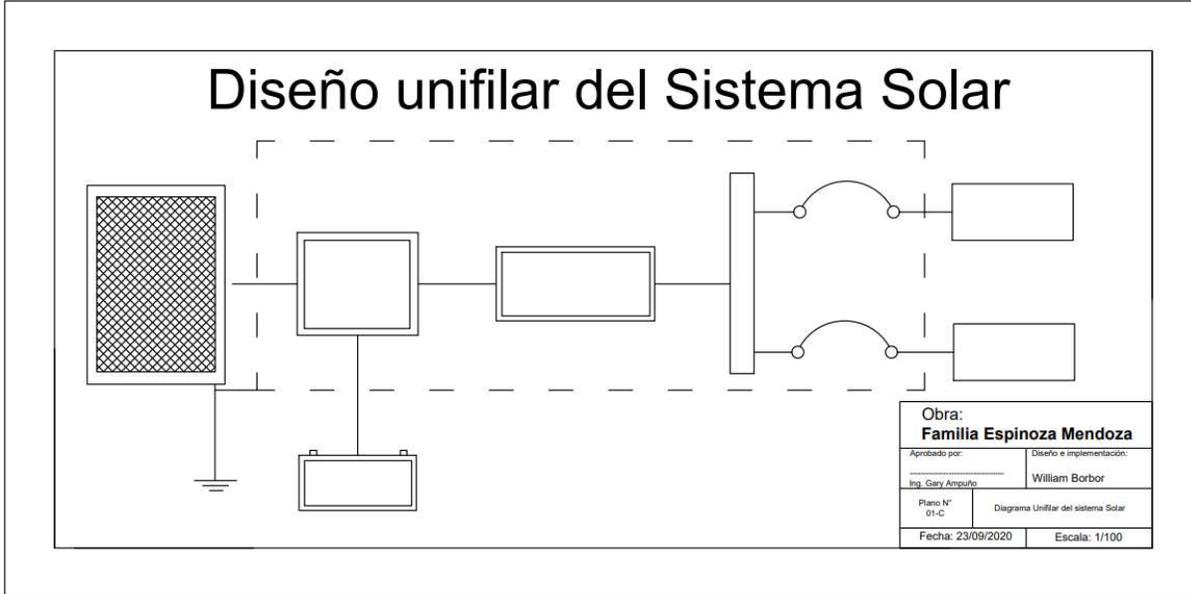


Figura 24. Diagrama unifilar, familia Espinoza Mendoza

Fuente: Autor

3.10 Diseño metálico de tablero y de estructuras utilizadas para el sistema fotovoltaico

3.10.1 Panel solar

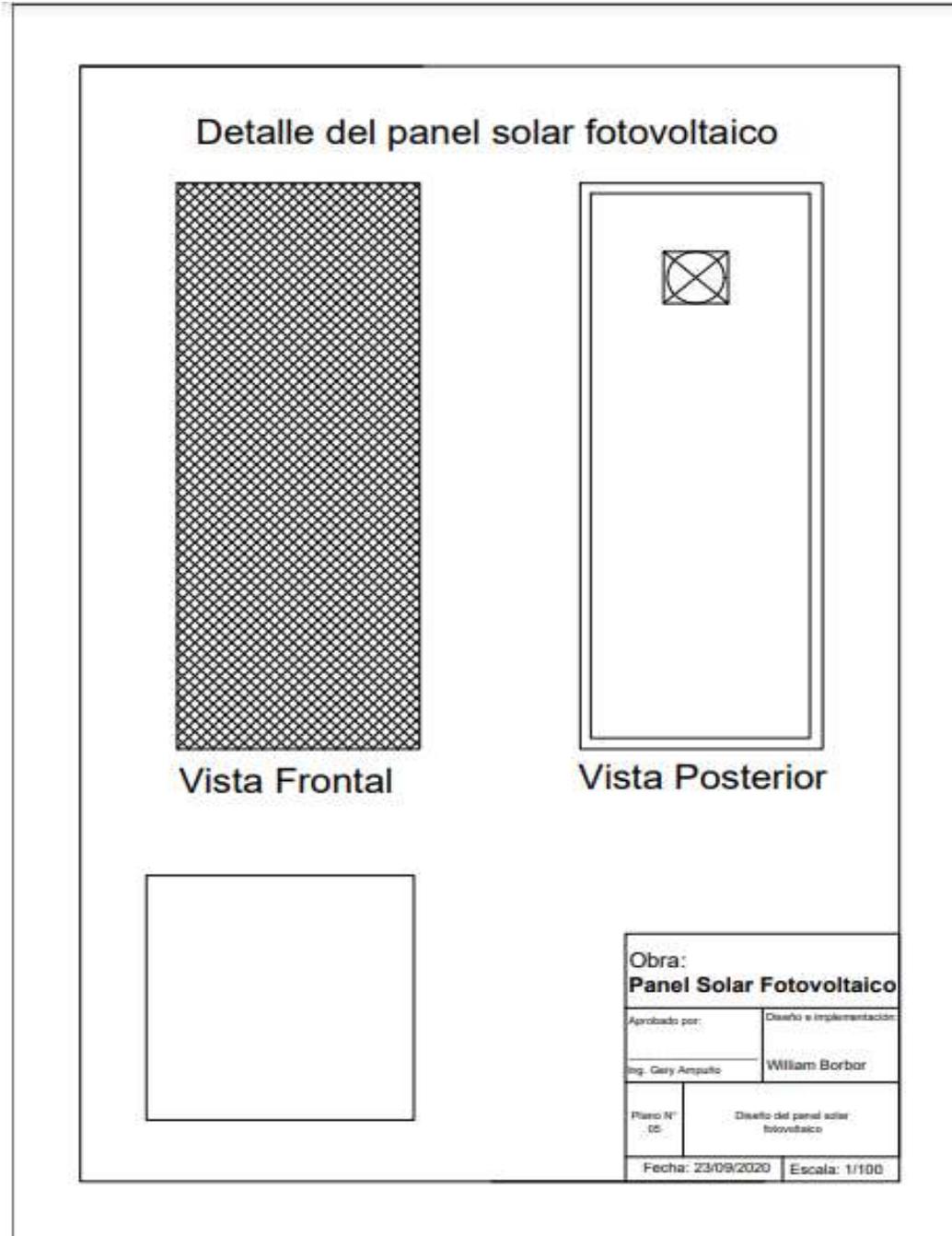


Figura 25. Panel Solar Fotovoltaico

Fuente: Autor

3.10.2 Base metálica para el panel solar

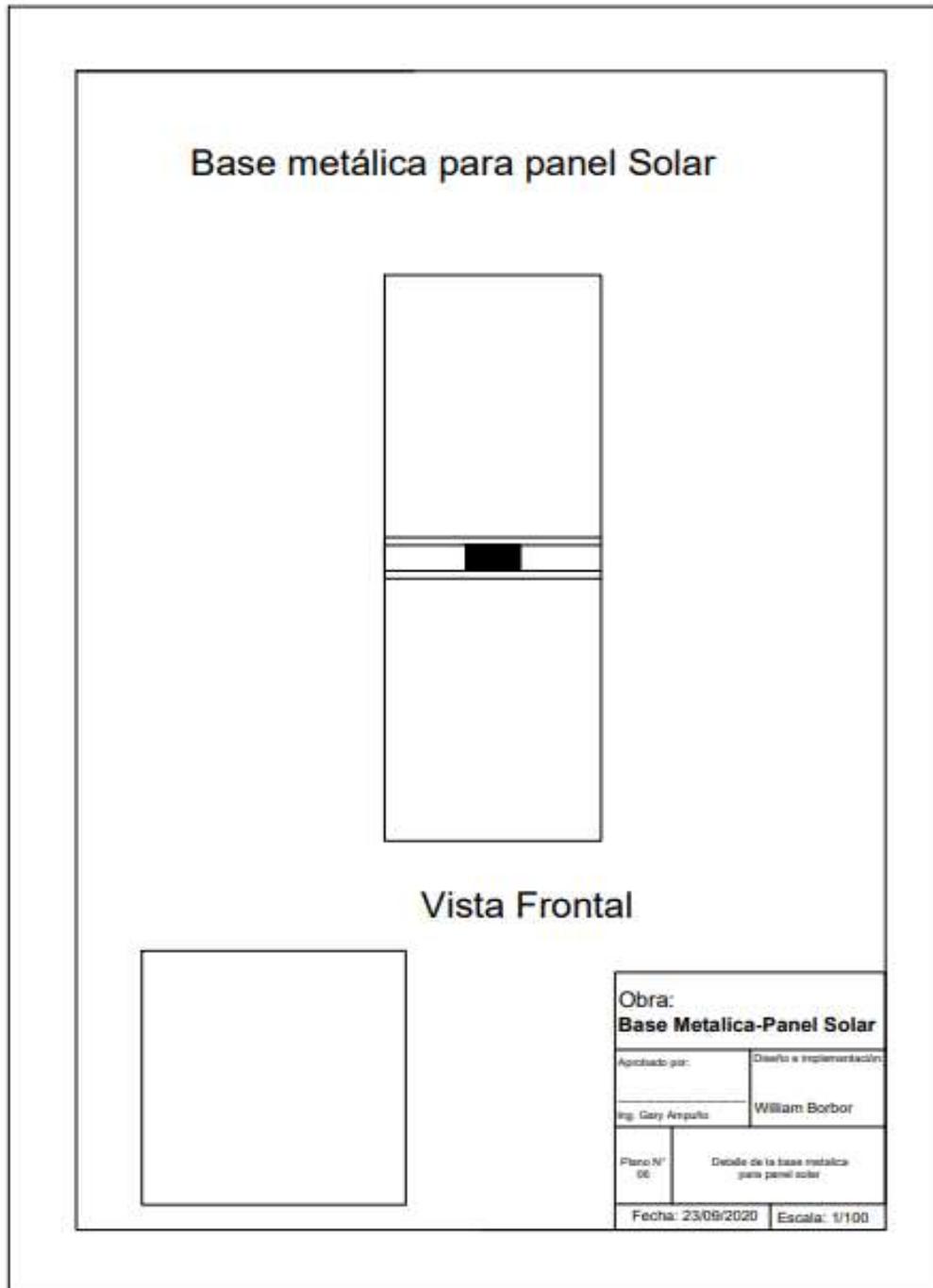


Figura 26. Base Metálica-Panel Solar

Fuente: Autor

3.10.3 Base metálica para la batería

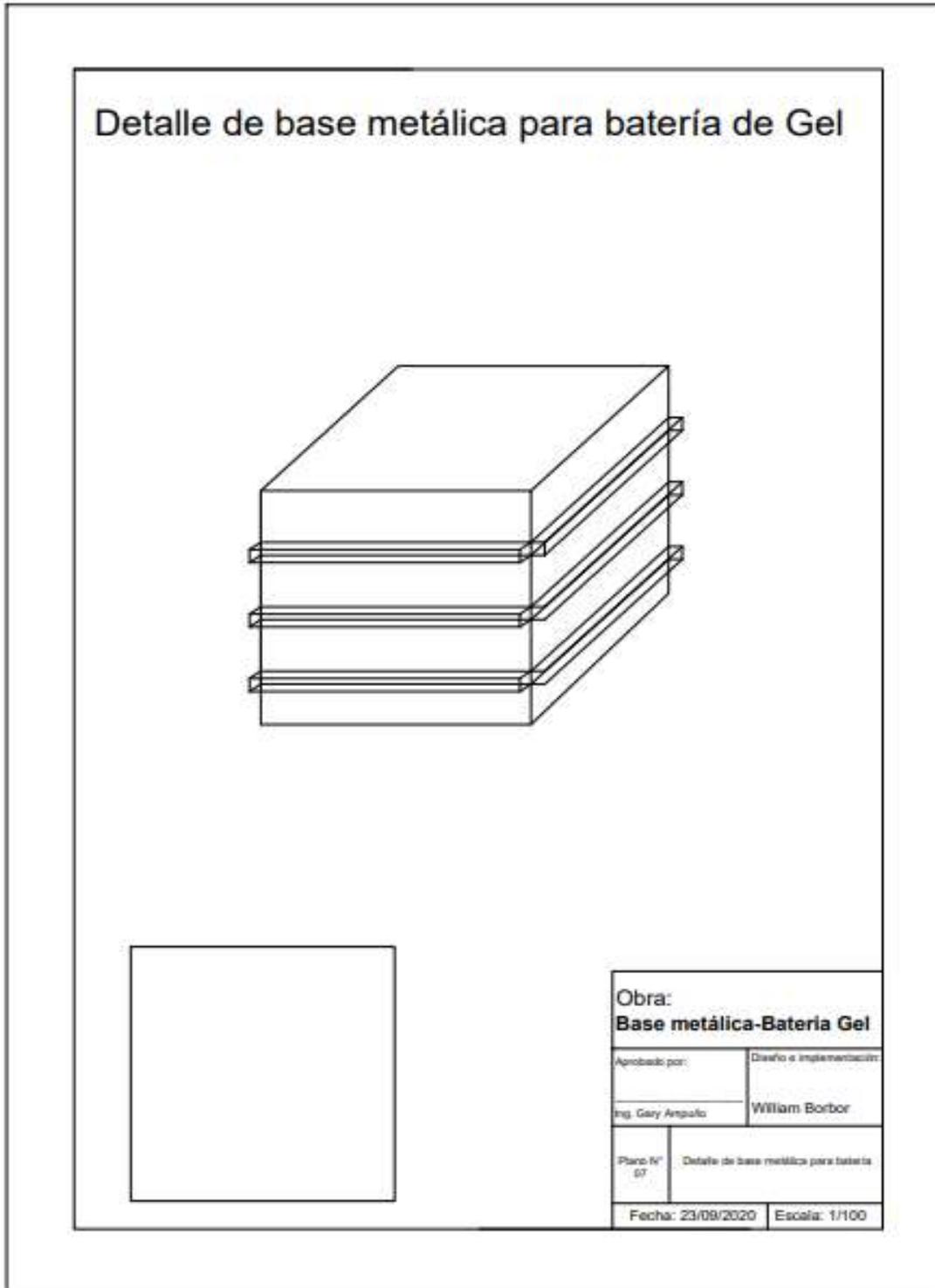


Figura 27. Base metálica-Batería Gel

Fuente: Autor

3.10.4 Tablero de distribución

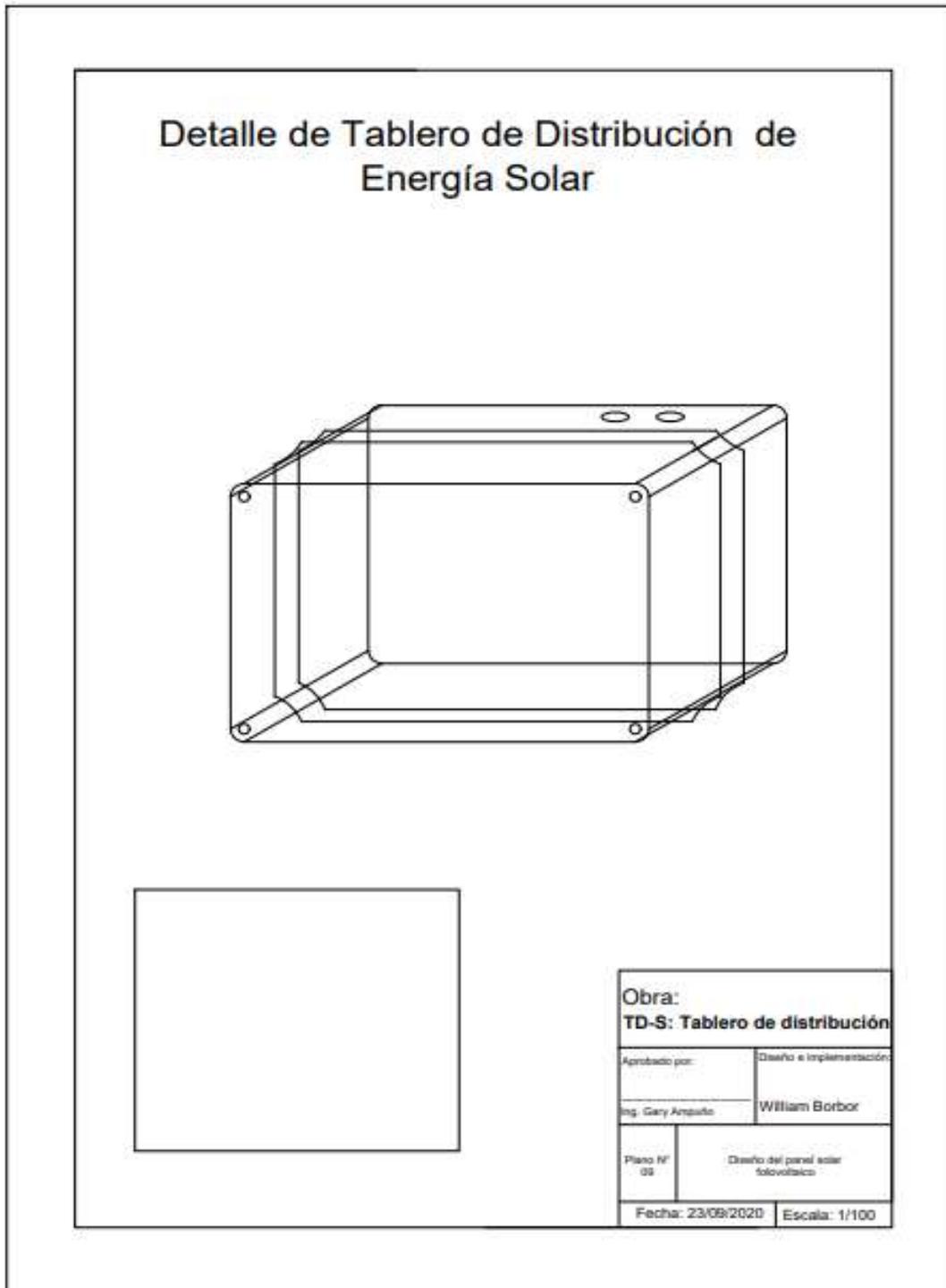


Figura 28. Tablero de distribución

Fuente: Autor

3.10.5 Montaje de equipos.

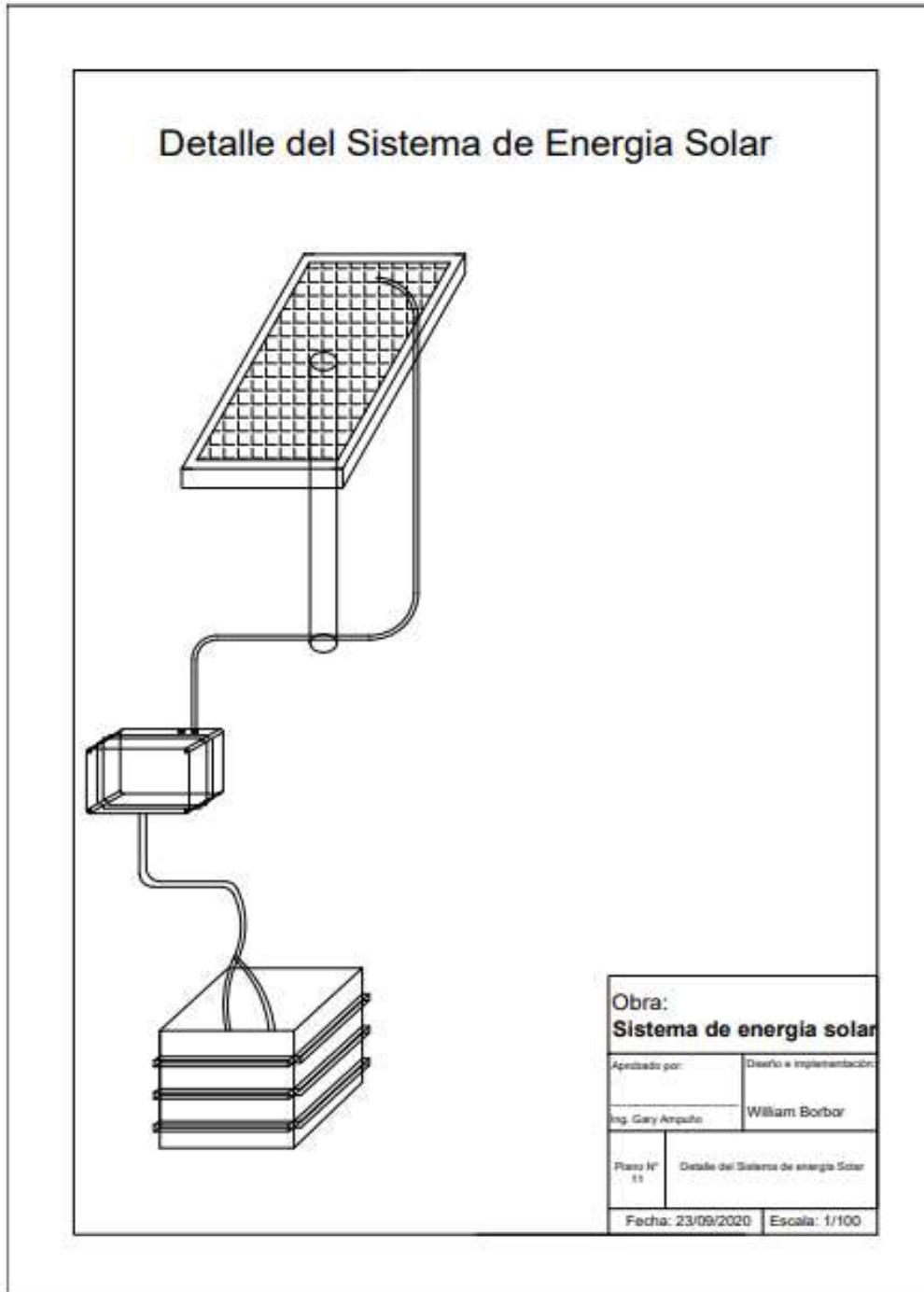


Figura 29. Sistema de energía solar.

Fuente: Autor

3.11 Cálculos técnicos

3.11.1 Estudio de carga familia #1

- **POTENCIA DE CADA CIRCUITO**

Potencia total 1 = $2 \times 20 \text{ w} = 40 \text{ w}$

Potencia total 2 = $2 \times 22 \text{ w} = 44 \text{ w}$

Potencia total 3 = $1 \times 115 \text{ w} = 115 \text{ w}$

Potencia total 4 = $1 \times 300 \text{ w} = 300 \text{ w}$

- **CONSUMO DIARIO DE CADA CIRCUITO**

Potencia total del circuito 1: 40 w

Número de horas: 5

Total: 200 w/h

Potencia total del circuito 2: 44 w

Número de horas: 5

Total: 220 w/h

Potencia total del circuito 3: 115 w

Número de horas: 4

Total: 460 w/h

Potencia total del circuito 4: 300 w

Número de horas: 1

Total: 300 w/h

- **POTENCIA TOTAL INSTALADA**

Potencia total del circuito 1: 40 w

Potencia total del circuito 2: 44 w

Potencia total del circuito 3: 115 w

Potencia total del circuito 4: 300 w

Potencia total instalada: 500 w

- **CONSUMO DIARIO DE LA RESIDENCIA**

Consumo total del circuito 1: 200 w/h

Consumo total del circuito 2: 220 w/h

Consumo total del circuito 3: 460 w/h

Consumo total del circuito 4: 300 w/h

Consumo total de la vivienda: 1.180 w/h

3.11.2 Estudio de carga familia #2

- **POTENCIA DE CADA CIRCUITO**

Potencia total 1 = $2 \times 20 \text{ w} = 40 \text{ w}$

Potencia total 2 = $2 \times 40 \text{ w} = 80 \text{ w}$

Potencia total 3 = $1 \times 115 \text{ w} = 115 \text{ w}$

Potencia total 4 = $1 \times 600 \text{ w} = 600 \text{ w}$

- **CONSUMO DIARIO DE CADA CIRCUITO**

Potencia total del circuito 1: 40 w

Número de horas: 6

Total: 240 w/h

Potencia total del circuito 2: 80 w

Número de horas: 5

Total: 400 w/h

Potencia total del circuito 3: 115 w

Número de horas: 4

Total: 460 w/h

Potencia total del circuito 4: 600 w

Número de horas: 0.5

Total: 300 w/h

- **POTENCIA TOTAL INSTALADA**

Potencia total del circuito 1: 40 w

Potencia total del circuito 2: 80 w

Potencia total del circuito 3: 115 w

Potencia total del circuito 4: 600 w

Potencia total instalada: 835 w

- **CONSUMO DIARIO DE LA RESIDENCIA**

Consumo total del circuito 1: 240 w/h

Consumo total del circuito 2: 400 w/h

Consumo total del circuito 3: 460 w/h

Consumo total del circuito 4: 300 w/h

Consumo total de la vivienda: 1.400 w/h

3.11.3 Estudio de carga familia #3

- **POTENCIA DE CADA CIRCUITO**

Potencia total 1 = 3 x 20 w = 60 w

Potencia total 2 = 2 x 20 w = 40 w

Potencia total 3 = 1 x 115 w = 115 w

Potencia total 4 = 1 x 25 w = 25 w

- **CONSUMO DIARIO DE CADA CIRCUITO**

Potencia total del circuito 1: 60 w

Número de horas: 5

Total: 300 w/h

Potencia total del circuito 2: 40 w

Número de horas: 3

Total: 120 w/h

Potencia total del circuito 3: 115 w

Número de horas: 4

Total: 460 w/h

Potencia total del circuito 4: 25 w

Número de horas: 5

Total: 125 w/h

- **POTENCIA TOTAL INSTALADA**

Potencia total del circuito 1: 60 w

Potencia total del circuito 2: 40 w

Potencia total del circuito 3: 115 w

Potencia total del circuito 4: 25 w

Potencia total instalada: 240 w

- **CONSUMO DIARIO DE LA RESIDENCIA**

Consumo total del circuito 1: 300 w/h

Consumo total del circuito 2: 120 w/h

Consumo total del circuito 3: 460 w/h

Consumo total del circuito 4: 125 w/h

Consumo total de la vivienda: 1.005 w/h

3.12. Cálculo del consumo total del sistema

Para establecer la potencia absoluta del consumo de todo el método fotovoltaico se determina primero la eficiencia de los equipos que intervienen en el, mediante la ecuación 1:

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

L = Medio de energía diario consumo

Lcc = consumo de energía diario en corriente continua

Lca = Consumo de energía diario en corriente alterna

nbat = Rendimiento de la batería valores

ninv = Rendimiento del inversor

Con una eficacia del 90% presente en los equipos se obtienen estos resultados:

Familia #1:

$$L = \frac{0}{0,90} + \frac{1.180 w}{0,90 * 0,90}$$
$$L = 1.456,79 w/h$$

Familia #2:

$$L = \frac{0}{0,90} + \frac{1.400 w}{0,90 * 0,90}$$
$$L = 1.728,39 w/h$$

Familia #3:

$$L = \frac{0}{0,90} + \frac{1.005 w}{0,90 * 0,90}$$
$$L = 1.240,74 w/h$$

3.13 Cálculo de la batería

Para obtener un sistema de baterías se debe de usar las siguientes fórmulas:

$$Csb = \frac{Ecm * Daut}{Vsb * Mpd} \quad (2)$$

$$Csb = \frac{1.416 Wh * 3 \text{ días}}{12 Vdc * 70\%}$$

$$Csb = 505,71 Ah$$

Csb = Capacidad del sistema de baterías

Ecm = Energía de consumo máximo

Daut = Días de autonomía

Vsb = Voltaje del sistema de baterías

Mpd = Máximo fondo de descarga

Para la familia #2 el cálculo es el siguiente:

$$Csb = \frac{Ecm * Daut}{Vsb * Mpd} \quad (3)$$

$$Csb = \frac{1.240,74 Wh * 3 \text{ días}}{12 Vdc * 70\%}$$

$$Csb = 617,28 Ah$$

Y a su vez para la familia #3 es el cálculo es el siguiente:

$$Csb = \frac{Ecm * Daut}{Vsb * Mpd} \quad (4)$$

$$Csb = \frac{1.416 Wh * 3 \text{ días}}{12 Vdc * 70\%}$$

$$Csb = 443,12 Ah$$

El número de baterías en serie que se usaran en este sistema y en las otras familias es el siguiente:

$$Vsb = Ns * Vb \quad (5)$$

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

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

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

$$\mathbf{N_s = 1}$$

N_s = Baterías en serie

V_b = Voltaje batería

Las baterías en paralelo que se usaran en este sistema para la primera familia es:

$$C_{sb} = N_p * C_b \tag{6}$$

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$N_p = \frac{505,71 \text{ Ah}}{105 \text{ Ah}}$$

$$\mathbf{N_p = 4,8}$$

N_p = Baterías en paralelo

C_b = Capacidad de la batería

Para la segunda familia es el siguiente:

$$C_{sb} = N_p * C_b \tag{7}$$

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$N_p = \frac{617,28 \text{ Ah}}{105 \text{ Ah}}$$

$$\mathbf{N_p = 5,87}$$

Y por último para la tercera familia:

$$C_{sb} = N_p * C_b \tag{8}$$

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$Np = \frac{Csb}{Cb}$$
$$Np = \frac{443,12 Ah}{105 Ah}$$
$$Np = 4,22$$

3.14 Dimensionamiento del panel solar

Para saber el número de módulos solares que se requieren en la carga a utilizar en la familia #1 la calculamos siguiendo las siguientes fórmulas:

Primero la energía de consumo máximo:

$$Ecm = 1,2 * c \tag{9}$$

$$Ecm = 1,2 * 1.180$$

$$Ecm = 1.416 W/h$$

Ecm = Energía de consumo máximo

C = Consumo

Se define la potencia nominal:

$$E = Pn * t * Pr \tag{10}$$

$$t = \frac{51.400}{1.000}$$

$$t = 51,4$$

$$Pn = \frac{1.416 Wh}{51,4 * 0,168}$$

$$Pn = 78,80 w$$

E = Energía

t = Hora solar pico

Pr = Eficiencia del sistema

Luego se procede a definir la potencia pico

$$Pp = 1,2 * 78,80$$

$$P_p = 94,56 \text{ w}$$

P_p = Potencia pico

Después se define el número de módulos fotovoltaicos

$$N = \frac{P_p}{P_{mod}} \quad (11)$$

$$N = \frac{94,56}{1,25 * \frac{L}{HSP}}$$

$$N = \frac{94,56}{1,25 * \frac{1.456,79}{51,4}}$$

$$N = 2,66$$

$$N = 2,66 \approx 3$$

N = Número de módulos fotovoltaicos

P_{mod} = Potencia del módulo fotovoltaico

Para la familia número 1 se necesitan un total de 6 módulos fotovoltaicos, ahora se procede a volver a calcular los mismos valores para las familias 2 y 3.

Familia #2:

Primero la energía de consumo máximo:

$$E_{cm} = 1,2 * c \quad (12)$$

$$E_{cm} = 1,2 * 1.400$$

$$E_{cm} = 1.680 \text{ W/h}$$

E_{cm} = Energía de consumo máximo

C = Consumo

Se define la potencia nominal:

$$E = P_n * t * Pr \quad (13)$$

$$t = \frac{51.400}{1.000}$$

$$t = 51,4 \text{ h}$$

$$Pn = \frac{1.680}{51,4 * 0,168}$$

$$Pn = 194,55 \text{ w}$$

E = Energía

t = Hora solar pico

Pr = Eficiencia del sistema

Luego se procede a definir la potencia pico

$$Pp = 1,2 * 194,55$$

$$Pp = 233,46$$

Pp = Potencia pico

Después se define el número de módulos fotovoltaicos

$$N = \frac{Pp}{Pmod} \quad (14)$$

$$N = \frac{233,46}{1,25 * \frac{L}{HSP}}$$

$$N = \frac{183,11}{1,25 * \frac{1.728,39}{51,4}}$$

$$N = 4,35$$

$$N = 4,35 \approx 4 \text{ modulos fotovoltaicos}$$

N=Numero de módulos fotovoltaicos

Pmod= Potencia del módulo fotovoltaico

Familia #3:

Primero la energía de consumo máximo:

$$Ecm = 1,2 * c \quad (15)$$

$$Ecm = 1,2 * 1.005$$

$$E_{cm} = 1.206 \text{ W/h}$$

E_{cm} = Energía de consumo máximo

C = Consumo

Se define la potencia nominal:

$$E = Pn * t * Pr \tag{16}$$

$$t = \frac{51.400}{1.000}$$

$$t = 51,4h$$

$$Pn = \frac{1.206 \text{ W/h}}{51,4 * 0,345}$$

$$Pn = 68,01 \text{ w}$$

E = Energía

t = Hora solar pico

Pr = Eficiencia del sistema

Luego se procede a definir la potencia pico

$$Pp = 1,2 * 68,01 \text{ w}$$

$$Pp = 81,61 \text{ w}$$

Pp = Potencia pico

Después se define el número de módulos fotovoltaicos

$$N = \frac{Pp}{P_{mod}} \tag{17}$$

$$N = \frac{81,61 \text{ w}}{1,25 * \frac{L}{HSP}}$$

$$N = \frac{46,43 \text{ w}}{1,25 * \frac{1.240,74}{51,4}}$$

$$N = 1,53 \approx 2 \text{ modulos fotovoltaicos}$$

N = Número de módulos fotovoltaicos

Pmod = Potencia del módulo fotovoltaico

3.15 Cálculo del inversor

Para encontrar el valor del inversor hay que considerar que la potencia pico es la cantidad de paneles calculados por la capacidad del módulo fotovoltaico, determinando de esta forma la potencia necesaria del inversor.

$$Pp = 1,25 * (Pt * 3) \quad (18)$$

$$Pp = 1,25 * (500 * 3)$$

$$Pp = 1.875 w$$

$$Pp = 1.900 w$$

Pt = Potencia total

El resultado final es un inversor de potencia máxima de 1.900w, si se excede este valor terminaría en un mal funcionamiento del elemento en la familia #1, para la 2 y la 3 el cálculo es el siguiente:

Familia #2:

$$Pp = 1,25 * (Pt * 3)$$

$$Pp = 1,25 * (835 * 3)$$

$$Pp = 3.131,25 w$$

$$Pp = 3.200 w$$

Pt = Potencia total

Familia #3:

$$Pp = 1,25 * (Pt * 3)$$

$$Pp = 1,25 * (240 * 3)$$

$$Pp = 900 w$$

$$Pp = 1.000 w$$

Pt = Potencia total

Para saber cuántos módulos fotovoltaicos en serie utilizados para la familia #1 se usa la siguiente formula:

$$N_S = \frac{V_{SB}}{V_{MPP}} \quad (19)$$

Donde:

$N_S =$ Número de Módulos en Serie

$V_{SB} =$ Voltaje del Sistema de Baterías

$V_{MPP} =$ Voltaje MPP del módulo

Entonces:

$$N_S = \frac{12 \text{ V}}{32,3 \text{ V}} = 0,37 \rightarrow 1$$

Para calcular el número de módulos fotovoltaicos en paralelo utilizaremos:

$$N_P = \frac{N_T}{N_S} \quad (20)$$

Donde:

$N_P =$ Número de Módulos en Paralelo

$N_T =$ Número Total de Módulos

$N_S =$ Número de Módulos en Serie

Entonces:

$$N_P = \frac{3 \text{ módulos}}{1 \text{ módulo}} = 3 \text{ Módulos en Paralelo}$$

Este cálculo se hizo para poder usarlos en el simulador posteriormente detallado (Anexo 2) y, por último, pero no menos importante se calcula la corriente de entrada y salida del regulador del sistema.

Corriente de entrada al Regulador:

$$I_n = 1,25 * I_{sc} * N_p \quad (21)$$

$I_n =$ Corriente de entrada al Regulador

$I_{sc} =$ Corriente de Cortocircuito del Módulo

$N_p =$ Número de paneles

$$I_n = 1,25 * 9,2 A * 3 = 34,5 A$$

Corriente de salida del Regulador:

$$I_{out} = 1,25 * \frac{P_{INV} * n_{INV}}{V_{SB}} \quad (22)$$

$I_{out} =$ Corriente de salida del Regulador

$P_{INV} =$ Potencia del Inversor

$n_{INV} =$ Eficiencia del Inversor

$V_{SB} =$ Voltaje del Sistema de Baterías

Calculando:

$$I_{out} = 1,25 * \frac{1.875 W * 90\%}{12 VDC} = 217,01 A$$

3.16 Plantilla de circuitos derivados para la familia #1

Tabla 11 Plantilla de circuitos derivados para la familia #1

Plantilla de circuitos derivados								
Trabajo:	Masa 2		Familia:			Bonilla Espinoza		
Fecha:			Integrantes:			2 adultos, 2 niños		
Archivo:	Estudio de carga							
Ubicación:								
Carga en corriente alterna 120 VAC								
Módulo	Circuito					Gasto		Servicio
Dato total	Ítem	Descripción	Cant.	P. U	P. T	Horas	W/H	
Potencia AC instalada	1.	Iluminación	2	20	40	5	200	Alumbrado Interior y exterior
	2.	Tomacorriente	2	22	44	5	220	Cargador de celular
	3.	Televisor	1	115	115	4	460	Entretenimiento
	4.	Licuadaora	1	300	300	1	300	Alimentación
Cálculo del método Fotovoltaico								
Consumo en corriente alterna							1.180	w/h
Consumo en corriente continua							0	w/h
Eficiencia del acumulador							0,85	
Eficiencia del inversor							0,85	
Consumo del medio total							1.416	w/h
Capacidad del sistema de batería							505,71	Ah
Voltaje de la batería							12	v
Irradiación solar							51.400	Wh/m ²
Potencia del módulo solar							35,42	Wp
Potencia del inversor							1.900	W

Fuente: Autor

3.17 Plantilla de circuitos derivados para la familia #2

Tabla 12 Plantilla de circuitos derivados para la familia #2

Plantilla de circuitos derivados								
Trabajo:	Masa 2			Familia:			Zúñiga Espinoza	
Fecha:				Integrantes:			2 adultos, 2 niños	
Archivo:	Estudio de carga							
Ubicación:								
Carga en corriente alterna 120 VAC								
Módulo	Circuito					Gasto		Servicio
Dato total	Ítem	Descripción	Cant.	P. U	P. T	Horas	W/H	
Potencia AC instalada	1.	Iluminación	2	20	40	6	240	Alumbrado Interior y exterior
	2.	Tomacorriente	2	40	80	5	400	Cargador de celular
	3.	Televisor	1	115	115	4	460	Entretenimiento
	4.	Olla Arrocera	1	600	600	0.5	300	Alimentación
Cálculo del método Fotovoltaico								
Consumo en corriente alterna							1.400	W/h
Consumo en corriente continua							0	W/h
Eficiencia del acumulador							0,85	
Eficiencia del inversor							0,85	
Consumo del medio total							1.680	W/h
Capacidad del sistema de batería							617,28	Ah
Voltaje de la batería							12	v
Irradiación solar							51.400	Wh/m ²
Potencia del módulo solar							42,03	Wp

Potencia del inversor	3.200	w
-----------------------	-------	---

Fuente: Autor

3.18 Plantilla de circuitos derivados para la familia #3

Tabla 13 Plantilla de circuitos derivados para la familia #3

Plantilla de circuitos derivados								
Trabajo:	Masa 2			Familia:		Espinoza Mendoza		
Fecha:				Integrantes:		2 adultos, 1 niño		
Archivo:	Estudio de carga							
Ubicación:								
Carga en corriente alterna 120 VAC								
Módulo	Circuito					Gasto		Servicio
Datos total	Ítem	Descripción	Cant.	P. U	P. T	Horas	W/H	
Potencia AC instalada	1.	Iluminación	3	20	60	5	300	Alumbrado Interior y exterior
	2.	Tomacorriente	2	20	40	3	120	Cargador de celular
	3.	Televisor	1	115	115	4	460	Entretenimiento
	4.	Laptop	1	25	25	5	125	Educación
Cálculo del método Fotovoltaico								
Consumo en corriente alterna							1.005	w/h
Consumo en corriente continua							0	w/h
Eficiencia del acumulador							0,85	
Eficiencia del inversor							0,85	
Consumo del medio total							1.206	w/h
Capacidad del sistema de batería							443,12	Ah
Voltaje de la batería							12	v
Irradiación solar							51.400	Wh/m ²
Potencia del panel solar							30,17	Wp

Potencia del inversor	1.000	w
-----------------------	-------	---

Fuente: Autor

3.19 Pvsyst photovoltaic software

Pvsyst es un programa creado para que un usuario pueda examinar con exactitud distintas configuraciones y estimar los resultados para la más óptima solución posible.

El progreso de la tecnología fotovoltaica se basa de la existencia de un gran conjunto de profesionales cualificados. Para compensar las necesidades de ingenieros profesionales cualificados, Pvsyst brinda formación específica sobre tecnologías fotovoltaicas y el software Pvsyst.

3.20 Simulación en el SOFTWARE PVSYST 7.0

El software proporcionó el diseño del sistema por medio de la potencia deseada, introduciendo los siguientes datos:

- Cantidad de elementos
- Potencias unitarias
- Horas de funcionamiento

Se puede también posicionar los módulos fotovoltaicos en orientación y ángulos que previamente se han calculado y la estación ya sea invierno o verano. En esta ocasión al ser una edificación sin obstáculos alrededor ayuda mucho en temas de generación eléctrica.

El sistema pide un punto geográfico para establecer la cantidad de radiación, temperatura, radiaciones global, difusa, normal de manera automática por medio del programa Meteonorm 7.2 para empezar la simulación. Los datos fueron extraídos de PVGIS para una mejor y más exacta simulación.

Para el dimensionamiento, el software tiene un vasto catálogo de elementos con todo lo necesario para realizar un dimensionamiento preciso y eficaz.

Con respecto a regulador de carga nos ayuda a ver la cantidad de reguladores en serie o paralelo que se pueden utilizar con la frecuencia requerida sea 60 HZ o 50 HZ. Se consigue elegir el diseño de strings para los módulos fotovoltaicos.

El software tiene un sistema de alarmas previos a la simulación, también recomendaciones y observaciones cada que el sistema esté sobredimensionado o tiene errores, cuando estos errores se resuelven la simulación empieza por si sola.

Los aspectos considerados por el software son los siguientes: Orientación e inclinación del sistema fotovoltaico, características del conjunto de módulos, características y capacidad del sistema acumulador, características del regulador de carga o controlador, cuadro de consumo de carga, diagrama de barras de producciones normalizadas a una potencia de 560 W_p, diagrama de barras de Proporción de rendimiento PR, balances y resultados de radiación anual, diagrama de entrada/salida diaria, distribución de irradiación incidente, distribución diaria del estado de carga.

El Software ha resultado muy satisfactorio para comparar los resultados simulados como los calculados los cuales han sido muy similares y dan como conclusión que los cálculos han sido desarrollados de forma correcta.

CAPITULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA COMUNIDAD DE MASA 2

4.1 Antecedentes

La ejecución del sistema fotovoltaico se realizó en masa 2 al suroeste de Guayaquil, provincia del Guayas.

A continuación, se presenta la Vista General, Vista Especifica y Vista Global realizada en AutoCAD y tomada desde Google Maps, el cual esta ampliado en la figura 36 hasta la figura 44.

VISTA GENERAL

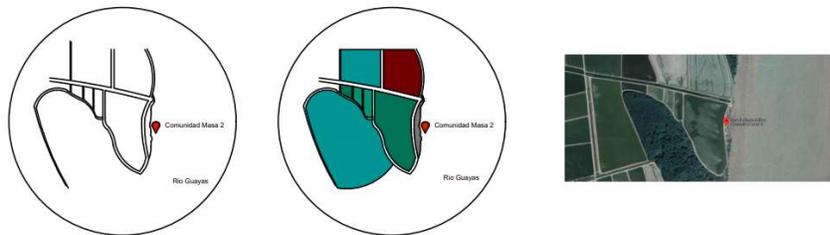


Figura 30. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor

VISTA ESPECIFICA

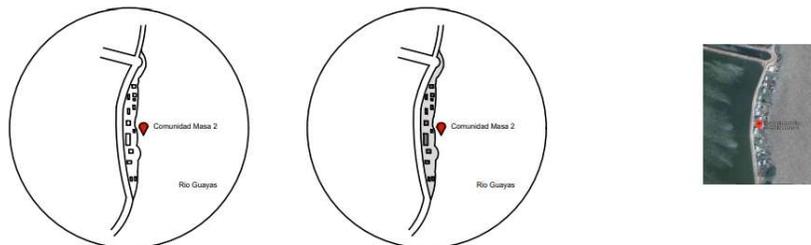


Figura 31. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor

VISTA GLOBAL

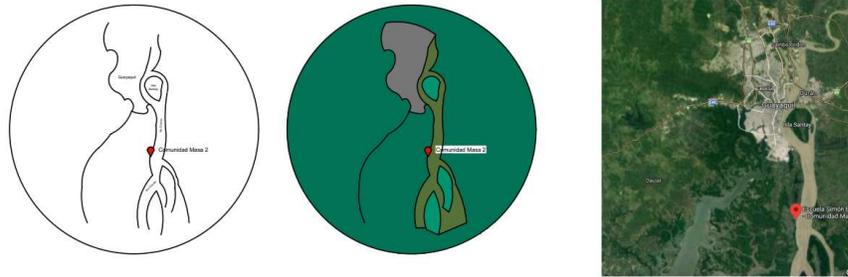


Figura 32. Ubicación geográfica de la comuna "Masa 2"

Fuente: Autor

IMÁGENES AMPLIADAS DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNA MASA

2.

VISTA GENERAL

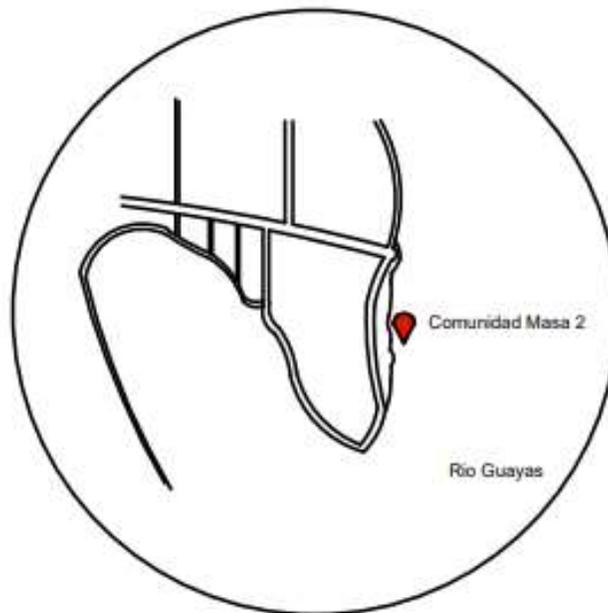


Figura 33. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor

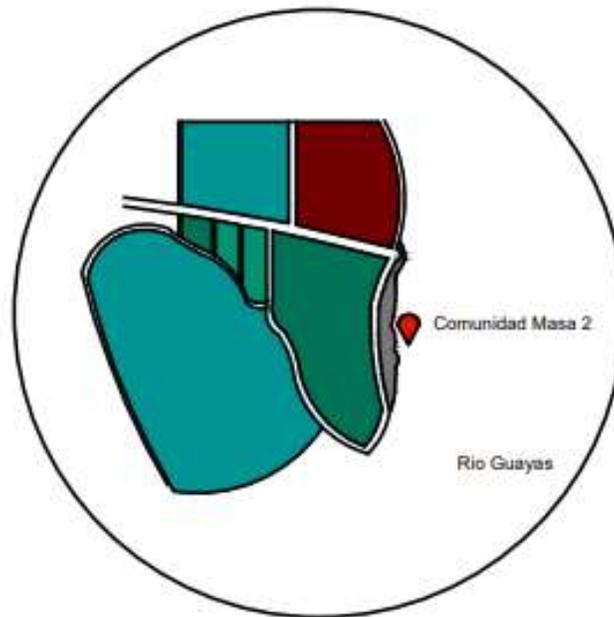


Figura 34. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor



Figura 35. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor

VISTA ESPECÍFICA

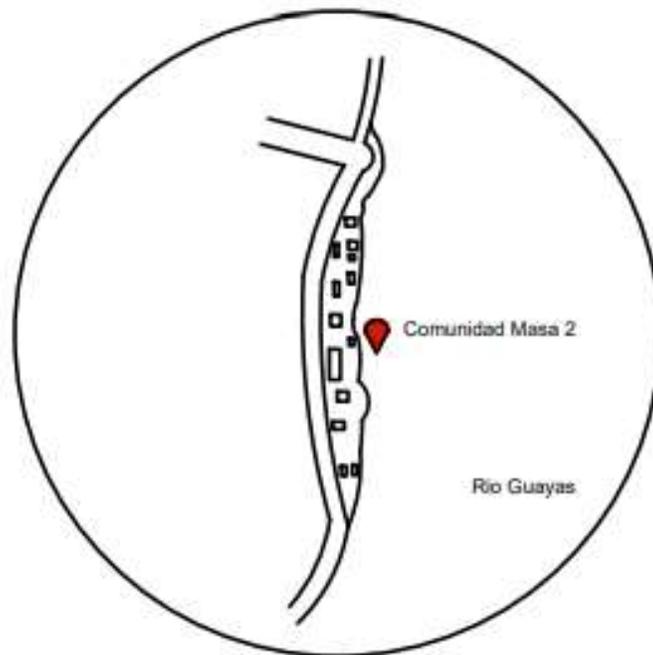


Figura 36. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor

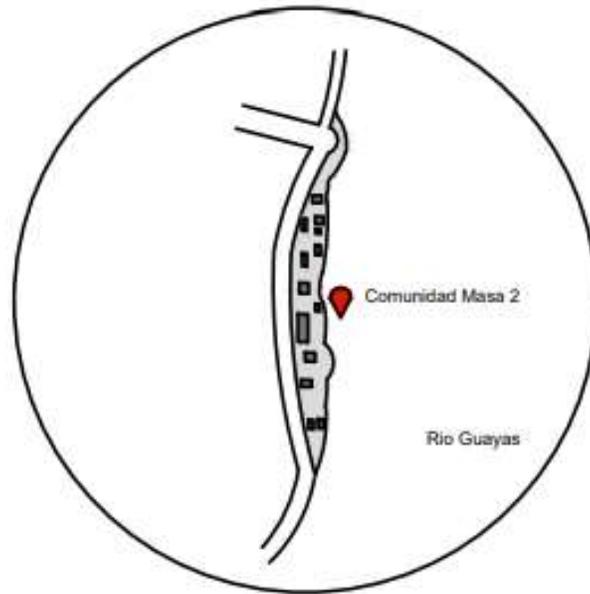


Figura 37. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor



Figura 38. Diseño de la comuna de Masa 2

Fuente: Autor

VISTA GLOBAL

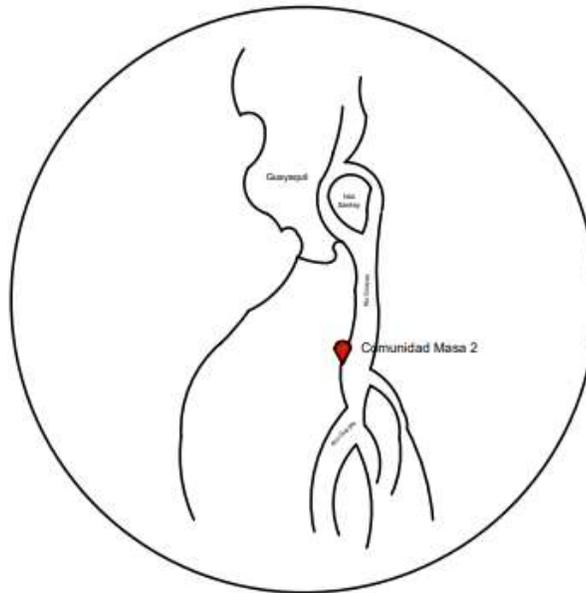


Figura 39. Ubicación geográfica de la comuna "Masa 2"

Fuente: Autor

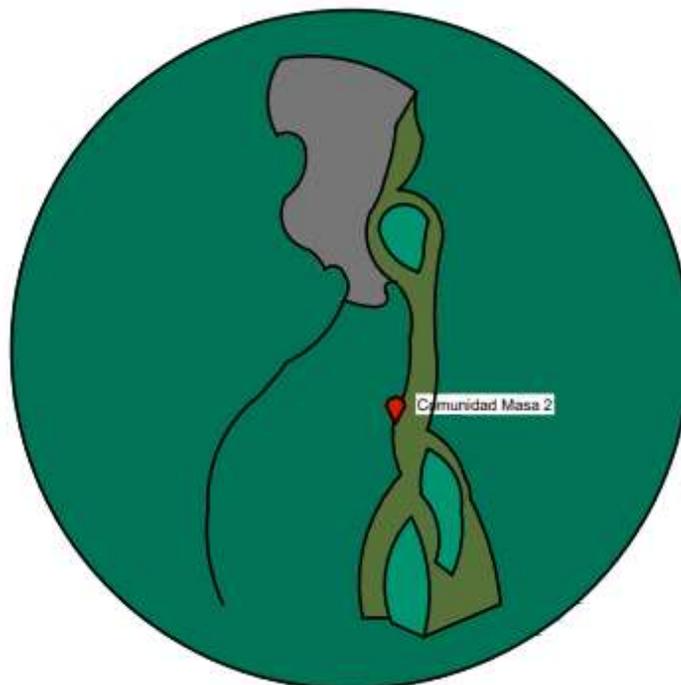


Figura 40. Ubicación geográfica de la comuna "Masa 2"

Fuente: Autor



Figura 41. Ubicación geográfica de la comuna “Masa 2”

Fuente: Autor

4.2 Estructura del soporte

En el mercado hay diferentes estructuras para poder colocar los paneles solares de generación eléctrica, este tipo de estructuras depende del lugar de instalación, en la siguiente imagen se observa el soporte que se usó para el proyecto el cual se lo instaló en el techo:



Figura 42. Soporte para paneles solares

Fuente: Autor



Figura 43. Paneles solares y baterías

Fuente: Autor



Figura 44. Panel Solar

Fuente: Autor

4.2.1 Sistema de baterías

Las baterías usadas para este proyecto están protegidas por un controlador de carga, ambas cosas deben estar colocadas en un lugar donde ni el polvo ni la lluvia puedan llegarles y así se pueda tener una ventilación apropiada para no inhalar los gases que nos pueden contaminar y que surgen de las baterías, estas deben estar lo más juntas posible para que no exista una caída de tensión y colocada sobre una base de madera para evitar su descarga.

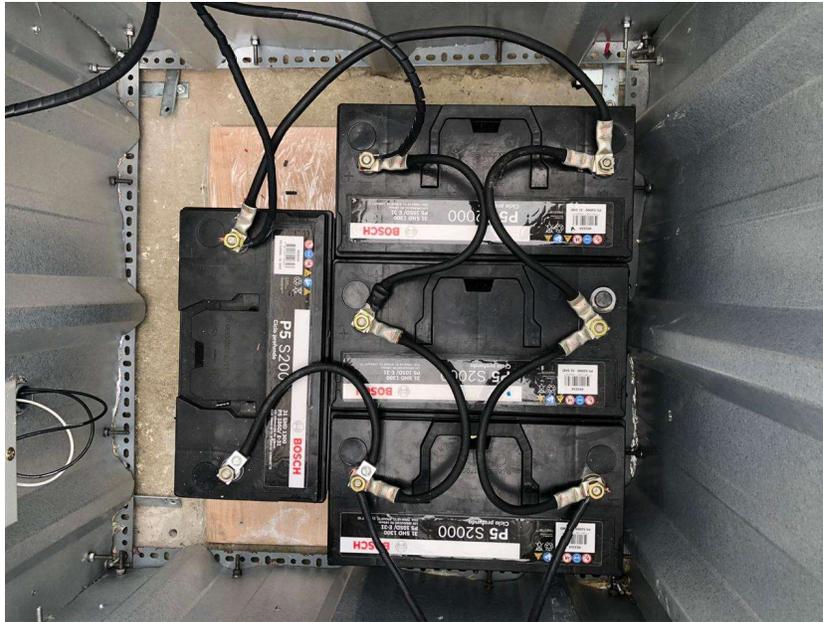


Figura 45. Sistema de baterías

Fuente: Autor

4.2.2 Colocación de paneles fotovoltaicos

La estructura que debe usarse para el soporte de los paneles solares es de acero inoxidable para que no haya corrosión.

A continuación, se muestra una imagen del montaje de los paneles solares.



Figura 46. Montaje de base metálica para baterías

Fuente: Autor



Figura 47. Montaje de paneles fotovoltaicos

Fuente: Autor

La estructura para el soporte del panel fotovoltaico debe quedar firme.

4.3 Configuración del sistema fotovoltaico

La configuración que se usa para los sistemas fotovoltaicos son varias y depende de varios componentes, primordialmente del sistema que pretendemos. Este sistema suministra en su totalidad la demanda sin depender de otro tipo de energía.

Este sistema se usa en lugares donde es difícil el acceso de las redes eléctricas. Hay que tener bastante consideración del uso que se le va a dar a la energía, equipos necesarios e inversión económica que se compran con los beneficios que se puedan lograr.

4.4 Instalaciones eléctricas internas de las Residencias

Para una instalación eléctrica hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Canaletas
- Cajetines de paso
- Conductor
- Luminarias
- Interruptores
- Tomacorrientes
- Tipos de cables

4.4.1 Ductos

Se usaron tubos de PVC, por la flexibilidad que ofrecen, su precio y las bondades que tiene el mismo, las tuberías para residencias que se usaron en este proyecto fue de ½ PVC de uso pesado.



Figura 48. Tipos de tubería

4.4.2 Cajas de paso

Las cajas de paso ayudan con la durabilidad del sistema, con la garantía de integridad a los rigores del tiempo como por ejemplo en el invierno, ayudando a que el sistema no se dañe muy rápido.

Entre las cajas de paso más usadas existen las cajas octogonales, las rectangulares, cuadradas y especiales. En este proyecto se usó una caja rectangular para receptor los cables que iban desde el panel solar hacia la caja de baterías, como se muestra a continuación:



Figura 49. Caja de paso

4.4.3 Cajetín cuadrado PVC 4x4

Los cajetines son cajitas plásticas que se pueden encontrar de forma circular, rectangular u octogonales.

Estas cajas pequeñas son fáciles de manipular ya que poseen orificios para su cómoda remoción. Su peso aproximado es de 0.08 kg y puede variar dependiendo el tipo de material que se lo fabrique ya que también hay metálicas.

Generalmente el uso de estos cajetines es para: tomacorrientes, interruptores, caja de conexión, etc.



Figura 50. Cajetín cuadrado PVC 4x4

4.4.4 Conductores

Los cables de conducción más usados son los de Aluminio y cobre, dependiendo la instalación, para objeto de este proyecto se usó un cable #14 de cobre tipo TW 600V, 60°C, estas características son usadas para lugares secos o húmedos según el NEC (National Electrical Code).

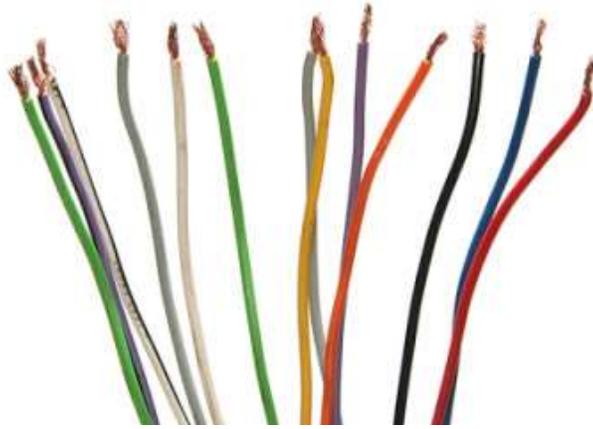


Figura 51. Conductores

4.4.5 Boquillas

Estos son utensilios en el cual se instalan los reflectores que se usaron durante la implementación del proyecto para alumbrar un espacio requerido.



Figura 52. Boquillas

4.4.6 Interruptores

Los interruptores eléctricos son dispositivos que sirven para desviar el flujo de corriente eléctrica. Se lo utiliza generalmente para encender o apagar un foco así también como hay fabricados para uso más industrial.



Figura 53. Interruptores

4.4.7 Tomacorrientes

Es un elemento que se utiliza para una instalación eléctrica, el cual contiene cortes para así poder incrustar las clavijas.

Estas clavijas se insertan en el tomacorriente y así se llega a la conexión eléctrica. (Merino)



Figura 54. Boquillas

4.4.8 Canaletas

Una canaleta o también conocida como tubería de protección se utiliza para el enrutamiento del cableado eléctrico.

Existen varios tipos de canaletas como:



Figura 55. Canaleta decorativa



Figura 56. Canaletas plásticas



Figura 57. Canaletas especiales



Figura 58. Canaletas tipo cerradas



Figura 59. Canaletas tipo escalera

4.5 Implementación del proyecto

4.5.1 Informe del proyecto actual

En el siguiente informe que se presenta brinda información mediante fotos de la situación que vivía la comuna previa a la instalación del sistema fotovoltaico:

- Instalaciones eléctricas viejas.
- Disyuntores instalados de manera inadecuada.
- Inseguridad en los empalmes de los conductores

Es por esto que se irán mostrando imágenes del desarrollo del trabajo de implementación del proyecto desde su inicio hasta la finalización.



Figura 60. Residencia, familia Bonilla Espinoza

Fuente: Autor

Vivienda de la familia Bonilla Espinoza, es en la que se hizo un informe detallado con diagramas y cálculos para a futuro brindarles un proyecto de un sistema solar fotovoltaico, esta vivienda no contaba de un sistema de alumbrado y vivía en precarias condiciones.



Figura 61. Escuela Simón Bolívar en comuna Masa 2.

Fuente: Autor

Esta es la escuela en donde se llevó a cabo la implementación de un sistema fotovoltaico, el cual fueron beneficiados los niños de dicha comunidad

4.5.2 Realización de la instalación del sistema fotovoltaico en la comuna Masa 2

Ahora mostramos también mediante imágenes la implementación del sistema de energía solar, desde su inicio hasta finalización.



Figura 62. Materiales para el montaje del sistema fotovoltaico con paneles solares

Fuente: Autor

Punto 1: Transporte de todo el equipo que se usaría en la instalación del sistema fotovoltaico, desde la Universidad Politécnica Salesiana.



Figura 63. Base metálica para baterías

Fuente: Autor

Punto 2: Base metálica donde se colocaron las baterías que se usarían para el proyecto y que serviría para la alimentación de los domicilios en la comuna masa 2.



Figura 64. Baterías

Fuente: Autor

Punto 3: Instalación de baterías eléctricas dentro de la base metálica que se usarían como alimentación para el sistema fotovoltaico.



Figura 65. Caja de paso

Fuente: Autor

Punto 4: Instalación de tablero de distribución de energía solar, este elemento servía como conexión entre la base metálica y los paneles solares.



Figura 66. Inversor

Fuente: Autor

Punto 5: Instalación del inversor usado en el sistema, el cual ayuda a cambiar el voltaje de entrada de corriente continua a tener un voltaje de salida en corriente alterna.



Figura 67. Montaje final del sistema de alimentación.

Fuente: Autor

Punto 6: Instalación final de todos los equipos dentro de la base metálica, de esta forma quedaba colocados todos los equipos dentro de la caja previa a su utilización hacia los paneles solares.



Figura 68. Instalación de paneles solares

Fuente: Autor



Figura 69. Implementación de paneles solares en casas de la comuna Masa 2

Fuente: Autor

Punto 7: Montaje de los módulos solares en la comunidad de “Masa 2”, se decidió colocar en el techo por ser el lugar más apropiado para recibir la luz solar y se encontraba más libre de agentes externos que interfirieran en la obtención de energía.



Figura 70. Montaje final del sistema fotovoltaico con paneles solares

Fuente: Autor

Punto 8: Vista final de la instalación del panel solar en una de las viviendas de la comuna “Masa 2” con su respectivo soporte.



Figura 71. Instalación de Boquilla

Fuente: Autor



Figura 72. Instalación de tomacorrientes

Fuente: Autor



Figura 73. Instalación de cajas de tomacorrientes

Fuente: Autor

Punto 9: Instalación eléctrica domiciliaria para focos ahorradores, tomacorrientes, boquillas e interruptores dentro de las viviendas que se implementó el proyecto del sistema fotovoltaico con paneles solares.

4.6 Presupuesto

En los siguientes puntos se desglosa el material que se utilizó en el proyecto para la implementación:

Tabla 14 Presupuesto

Primer Punto. - Costo del Kit Solar.				
No.	Cant.	Descripción	Costo Unit.	Costo Total
1	3	Panel MD094 – Jinko Solar280PP-60,280Wp 24 Vdc nominal 24 V 280 W	\$ 207,07	\$ 621,21
2	1	IN074 – Victron Energy Phoenix Inverter 12/500 120 V VE. Direct NEMA 5-15r PIN125010500 12 V 500 VA	\$ 393,75	\$ 393,75
3	1	Regulador RP044 – Victron Energy Blue Solar MPPT 100/30 (12/24 V-30 A) SCC010030200 12/24 V 30 A	\$ 382,73	\$ 382,73

4	5	Batería Bosch P5 S200 ciclo profundo	\$ 265,00	\$ 1.325,00
		SUBTOTAL	\$	2.395,96
		IVA	\$	326,73
		TOTAL	\$	2.722,69
Observación:		Este sistema está diseñado para alimentar a 4 familias con potencias que oscilan entre los 1000 a 1500 watts		
Segundo Punto. - Costo de Estructura para Paneles y Baterías.				
No.	Cant.	Descripción	Costo Unit.	Costo Total
1	3	Estructura de soporte para paneles	\$ 35,00	\$ 105,00
2	1	Caja metálica de elementos	\$ 300,00	\$ 300,00
3	4	Tornillos para caja metálica de elementos	\$ 3,50	\$ 14,00
		SUBTOTAL	\$	368,72
		IVA	\$	50,28
		TOTAL	\$	419,00
Observación		En este punto se tomó en consideración que los tornillos son muy diferentes a los habituales.		
Tercer Punto. - mano de obra en Instalación Eléctrica.				
No.	Cant.	Descripción	Costo Unit.	Costo Total
1	2	Focos ahorradores	\$ 1,20	\$ 2,40
2	15	Canaleta 20x12 blanca S/D Dexson	\$ 3,18	\$ 47,70
3	2	Tomacorriente doble ovalado	\$ 2,11	\$ 4,22
4	2	Interruptor sencillo	\$ 1,78	\$ 3,56
5	2	Caja de paso 10x10x5 blanco Dexson	\$ 6,40	\$ 12,80
6	4	Tapa cuadrada PVC de 4x4 pulgadas	\$ 0,66	\$ 2,64
7	4	Cajetín cuadrado PVC 4x4	\$ 1,63	\$ 6,52
8	120	Cable eléctrico #14	\$ 36,00	\$ 36,00
		SUBTOTAL	\$	101,94
		IVA	\$	13,90
		TOTAL	\$	115,84
Cuarto Punto. - Logística				

No.	Cant.	Descripción	Costo Unit.	Costo Total
1	10	Transporte a la comuna de Masa 2	\$ 8,50	\$ 85,00
2	1	Logística en Guayaquil	\$ 150,00	\$ 150,00
3	1	Extras (alimentación, equipos de bioseguridad, utensilios de oficina)	\$ 120,00	\$ 120,00
		SUBTOTAL	\$	312,40
		IVA	\$	42,60
		TOTAL	\$	355,00
Costo total de la Implementación				
Punto	Descripción		Costo Total	
1	Costo del Kit Solar		\$	2.722,69
2	Costo de Estructura para Paneles y Baterías.		\$	419,00
3	- Mano de obra en Instalación Eléctrica.		\$	115,84
4	Logística		\$	355,00
		Total	\$	3.612,53

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en la implementación de los paneles solares fueron óptimos ya que lograron cubrir la potencia requerida para los elementos a los cuales fueron usados en las 3 familias.
- La ubicación de los paneles fueron claves, porque al estar ubicados en Ecuador la posición con respecto al sol es perpendicular lo cual hace que haya un mayor aprovechamiento de la luz solar y esto se vio reflejado al momento de la implementación.
- La energía solar puede ser una buena alternativa en el uso de energías de otro tipo, las cuales se han visto en este proyecto reflejadas ya que se logró dotar de energía eléctrica a las 3 familias sin ningún inconveniente.
- Para futuros proyectos de inversión para una casa dentro de la comunidad de Masa 2, si se sigue sin contar con el servicio de electricidad, la implementación de un sistema fotovoltaico es una excelente y óptima idea para compensar la falta de un servicio eléctrico directo como se logró demostrar a lo largo del desarrollo de este proyecto.
- A pesar de ser una alternativa muy eficiente para compensar el hecho de no tener un servicio eléctrico, la realidad es que resulta ser un sistema costoso para las personas que viven dentro de esta comunidad haciendo que no sea tan fácil de implementarlo en todas las casas de la comunidad.
- Implementar un sistema autónomo que nos permita aprovechar la energía solar en su totalidad para todo el sector de Masa 2, ya que como se mencionó en la conclusión anterior es un sistema que por su valor no puede ser instalado fácilmente en todas las casas de la comunidad.

RECOMENDACIONES

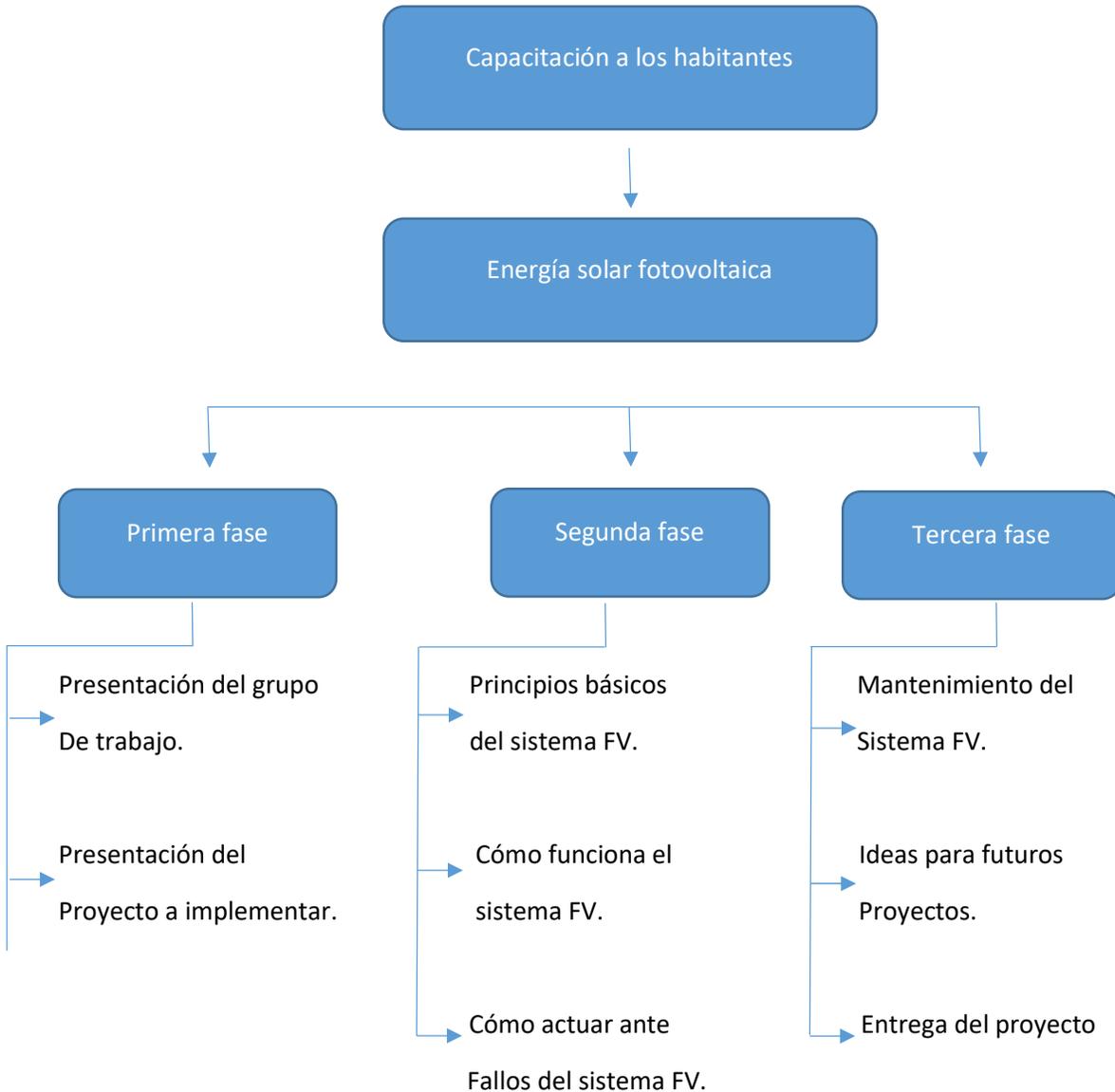
- Mantener la inclinación correspondiente para los paneles solares ya que si no se mantiene no genera la energía suficiente para lograr la potencia deseada.
- Constatar el voltaje de las baterías en un determinado tiempo para mantener activado el sistema.
- Revisar constantemente que la base metálica de las baterías para no tener inconvenientes con el sistema

ANEXOS

Agregado 1

Tabla 15 Cuadro sinóptico de capacitación para los habitantes de la comuna Masa 2.

Cuadro sinóptico de capacitación para los habitantes de la comuna Masa 2



Fuente: Autor

Agregado 2

Encuestas en comunidad de Masa 2

1.- ¿Conoce usted sobre los beneficios de la energía solar fotovoltaica?

SI

NO

2.- ¿Ha escuchado sobre los paneles solares?

SI

NO

3.- ¿Cree usted que al implementar este sistema de energía renovable ayudaría con el medio ambiente?

SI

NO

4.- ¿Considera que la energía eléctrica actualmente es costosa para nuestro país?

SI

NO

5.- ¿Estaría dispuesta/o a cambiar los generadores por un sistema solar fotovoltaico?

SI

NO

6.- ¿Cree usted que el ahorro de energía es importante?

SI

NO

7.- ¿Le gustaría implementar este sistema fotovoltaico en su hogar?

SI

NO

Agregado 3

PVSYST 7.0.14		23/10/20	Página 1/5
Sistema independiente: Parámetros de simulación			
Proyecto :	Proyecto vivienda		
Sitio geográfico	Masa 2	País	Ecuador
Situación	Latitud -2.38° S	Longitud	-79.86° W
Tiempo definido como	Hora Legal Zona horaria UT-5	Altitud	9 m
	Albedo 0.20		
Datos meteo:	Masa 2	Meteonorm 7.3, Sat=100% - Sintético	
Variante de simulación : Nueva variante de simulación			
	Fecha de simulación	23/10/20 11h40	
Parámetros de simulación	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías	
Orientación plano de colector	Inclinación 30°	Azimut	0°
Modelos usados	Transposición Perez	Difuso	Perez, Meteonorm separado
		Circunsolar	
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios promedio	Constante durante el año	1.2 kWh/Día
Características del conjunto FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	JKM 280PP-60 (Plus)
Base de datos PVsyst original		Fabricante	Generic
Número de módulos FV		En series	1 módulos
Número total de módulos FV	núm. de módulos	3	En paralelo 3 cadenas
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	840 Wp	Unidad Nom. Potencia 280 Wp
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	29 V	En cond. de funcionam. 760 Wp (50°C)
Área total	Área del módulo	4.9 m²	l mpp 26 A
			Área celular 4.4 m²

Parámetro del sistema	Tipo de sistema	Sistema independiente	
Batería	Modelo	MPG 12V 105 F	
	Fabricante	Narada	
Características del paquete de baterías	Núm. de unidades	5 en paralelo	
	Voltaje	12 V	Capacidad nominal 525 Ah
	Descarga mín. SOC	20.0%	Energía almacenada 5.2 kWh
	Temperatura	Fijo (20°C)	
Controlador	Modelo	SmartSolar MPPT 150/45 12V	
	Fabricante	Victron	
	Tecnología	MPPT converter	Coef. temp. -2.7 mV/°C/Elem..
Convertidor	Eficiencias máxi y EURO	98.0 / 96.0%	
Control de gestión de la batería	Comandos de umbral como	Voltaje de batería	
	Cargando	13.6 / 12.8 V	SOC corresp. 0.91 / 0.80
	Descarga	11.9 / 12.4 V	SOC corresp. 0.21 / 0.50

Factores de pérdida del conjunto FV			
Factor de pérdida térmica	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el cableado	Res. conjunto global	19 mΩ	Fracción de pérdida 1.5 % en STC
Pérdida diodos serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdida 2.2 % en STC
Pérdida de calidad módulo			Fracción de pérdida -0.8 %
Pérdidas de desajuste de módulo			Fracción de pérdida 2.0 % en MPP
Pérdidas de desajuste de cadenas			Fracción de pérdida 0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)		Parám. bo 0.05

PV Syst Evaluation mode

Traducción sin garantía. Solo el texto en inglés es la referencia.

Sistema independiente: Necesidades detalladas del usuario

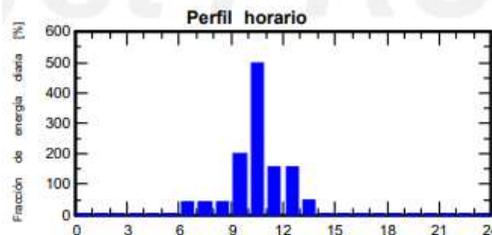
Proyecto : Proyecto vivienda
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías		
Orientación campo FV	inclinación	30°	azimut	0°
Módulos FV	Modelo	JKM 280PP-60 (Plus)	Pnom	280 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	3	Pnom total	840 Wp
Batería	Modelo	MPG 12V 105 F	Tecnología	Plomo-ácido, sellado, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	5	Voltaje / Capacidad	12 V / 525 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Constante durante el año	Global	439 kWh/año

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 1.2 kWh/día

Valores anuales

	Número	Potencia	Uso	Energía
Lámparas (LED o fluo)	1	40W/lámpara	5H/día	200Wh/día
TV / PC / móvil	1	44W/apar.	5H/día	220Wh/día
Electrodomésticos	1	115W/apar.	4H/día	460Wh/día
Lavaplatos y lavadora	1		1Wh/día	300Wh/día
Consumidores en espera			24H/día	24Wh/día
Energía diaria total				1204Wh/día



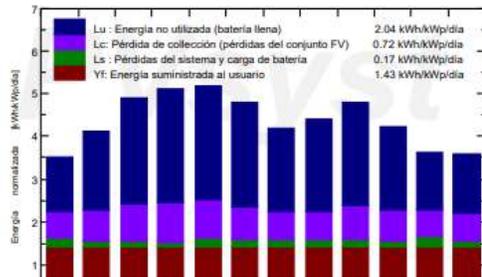
Sistema independiente: Resultados principales

Proyecto : Proyecto vivienda
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

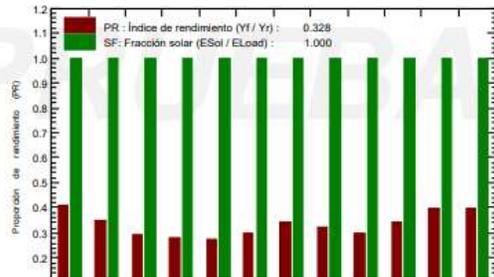
Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	inclinación	30°	azimut 0°
Módulos FV	Modelo	JKM 280PP-60 (Plus)	Pnom 280 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	3	Pnom total 840 Wp
Batería	Modelo	MPG 12V 105 F	Tecnología Plomo-ácido, sellado, Gel
Paquete de baterías	Núm. de unidades	5	Voltaje / Capacidad 12 V / 525 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios	Constante durante el año	Global 439 kWh/año

Resultados principales de simulación			
Producción del sistema	Energía disponible	1100 kWh/año	Prod. específica 1309 kWh/kWp/año
	Energía usada	439 kWh/año	Exceso (sin usar) 626 kWh/año
	Proporción de rendimiento (PR)	32.81 %	Fracción solar (SF) 100.00 %
Pérdida de carga	Fracción de tiempo	0.0 %	Energía faltante 0 kWh/año
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)	Steps SOW	96.1%	SOW estático 91.7%
	Duración de vida de batería	12.0 años	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 840 Wp



Proporción de rendimiento (PR) y Fracción solar (SF)



Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	proporción
Enero	139.1	104.0	74.7	33.12	0.000	37.32	37.32	1.000
Febrero	140.7	110.8	79.0	43.49	0.000	33.71	33.71	1.000
Marzo	167.2	147.3	104.3	64.65	0.000	37.32	37.32	1.000
Abril	152.0	149.1	104.5	66.90	0.000	36.12	36.12	1.000
Mayo	147.8	157.4	110.6	69.58	0.000	37.32	37.32	1.000
Junio	129.3	140.3	100.1	60.89	0.000	36.12	36.12	1.000
Julio	120.2	126.5	90.3	50.03	0.000	37.32	37.32	1.000
Agosto	134.5	132.8	96.1	55.71	0.000	37.32	37.32	1.000
Septiembre	150.8	139.7	99.5	60.52	0.000	36.12	36.12	1.000
Octubre	153.0	125.8	90.0	50.98	0.000	37.32	37.32	1.000
Noviembre	138.1	103.8	74.7	34.28	0.000	36.12	36.12	1.000
Diciembre	147.2	105.6	75.8	36.11	0.000	37.32	37.32	1.000
Año	1720.0	1543.2	1099.6	626.26	0.000	439.46	439.46	1.000

Leyendas: GlobHor Irradiación horizontal global 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 energética del usuario (Carga)
 EUnused Energía no utilizada (batería llena) SolFrac Fracción solar (EUtilizada / ECarga)

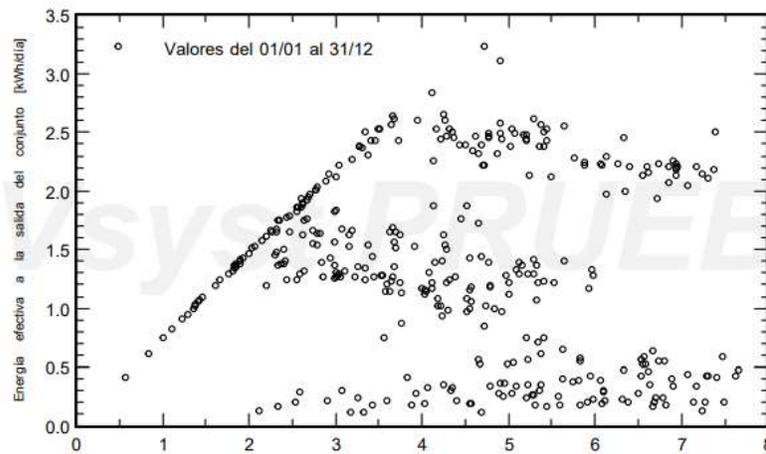
Sistema independiente: Gráficos especiales

Proyecto : Proyecto vivienda

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Principales parámetros del sistema		Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		inclinación	30°	azimut 0°
Módulos FV		Modelo	JKM 280PP-60 (Plus)	Pnom 280 Wp
Conjunto FV		Núm. de módulos	3	Pnom total 840 Wp
Batería		Modelo	MPG 12V 105 F	Tecnología Plomo-ácido, sellado, Gel
Paquete de baterías		Núm. de unidades	5	Voltaje / Capacidad 12 V / 525 Ah
Necesidades del usuario	Consumidores domésticos diarios		Constante durante el año	Global 439 kWh/año

Diagrama entrada/salida diaria



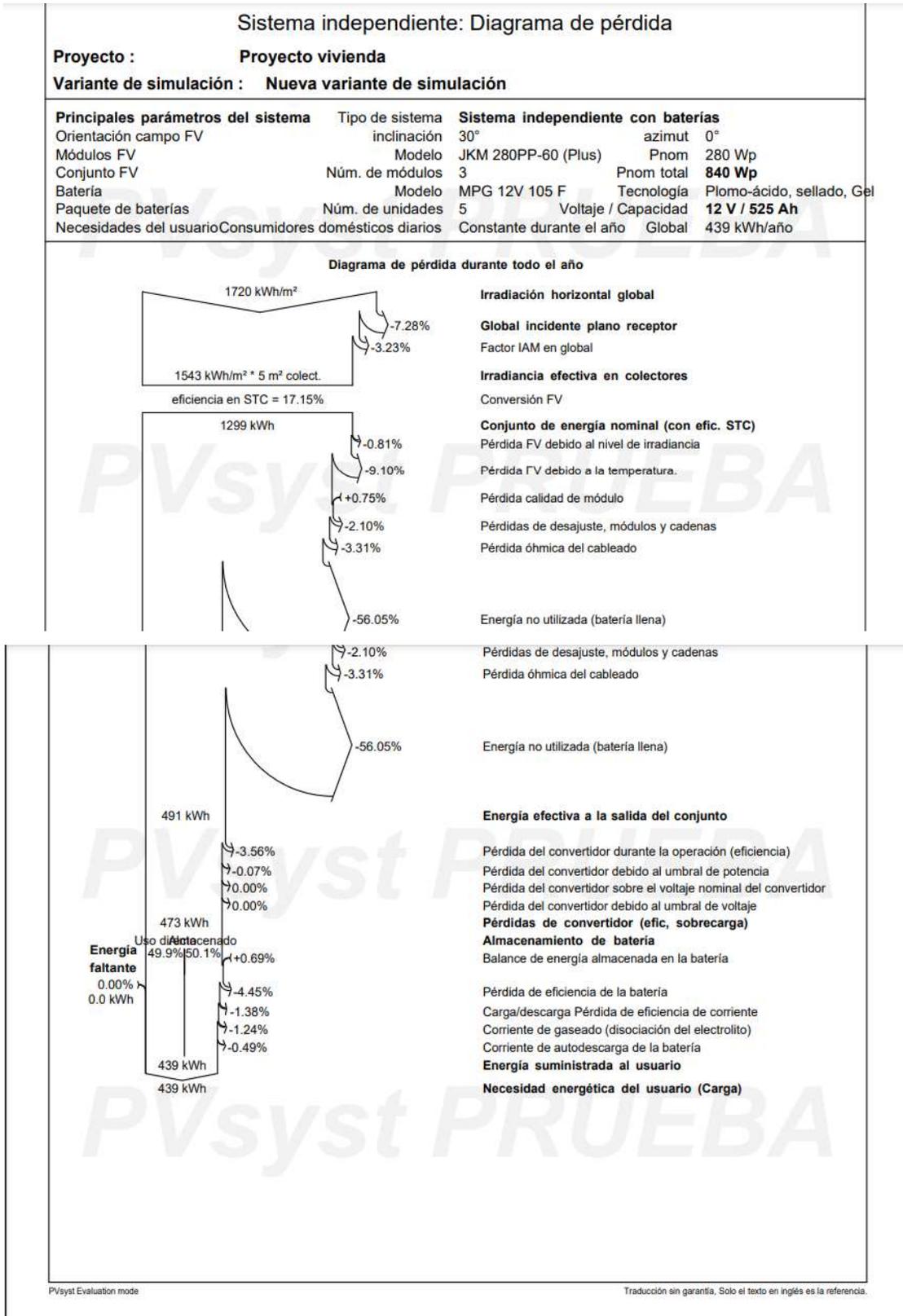


Figura 74. Resultados de la simulación en el software PVSYST 7.0

BIBLIOGRAFÍA

- (ARCONEL), D. d. (28 de diciembre de 2018). *regulacionelectrica.gob.ec*. Recuperado el 31 de marzo de 2020, de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/regulaciones/>
- Ana. (08 de Octubre de 2019). *lampamania.es*. Recuperado el 16 de Abril de 2020, de <https://www.lampamania.es/articulos/que-es-el-flujo-luminoso-y-la-intensidad-luminosa/>
- Carlos Orbeozo, R. A. (2010). *Energía solar fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias*.
- Conelec. (2008). Atlas solar del Ecuador con fines de generación Eléctrica. *consejo nacional de Electricidad*.
- contributors, E. (14 de Marzo de 2017). *Lampara incandescente*. (EcuRed) Recuperado el 22 de Abril de 2020, de https://www.ecured.cu/index.php?title=L%C3%A1mpara_incandescente&oldid=2829101
- contributors, E. (28 de Agosto de 2019). *Lampara fluorescentes*. (EcuRed) Recuperado el 22 de Abril de 2020, de https://www.ecured.cu/index.php?title=L%C3%A1mpara_fluorescente&oldid=3530214
- contributors, E. (11 de Agosto de 2019). *Lampara halogena*. (EcuRed) Recuperado el 22 de Abril de 2020, de https://www.ecured.cu/index.php?title=L%C3%A1mpara_hal%C3%B3gena&oldid=3498042
- contributors, E. (28 de Agosto de 2019). *Lamparas Led*. (EcuRed) Recuperado el 22 de Abril de 2020, de https://www.ecured.cu/index.php?title=L%C3%A1mparas_led&oldid=3530078
- Cuenca, A. (2018). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro alternativo de energía eléctrica al interior de un vehículo tipo casa-rodante en la ruta turística spondylus o ruta del sol. *Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja*.
- Fremap. (s.f.). *recomendaciones basicas sobre iluminacion*. Recuperado el 16 de Abril de 2020, de <https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/breves/FREMAP/iluminacion.pdf>
- Gonzalez, M. (2019). Inversores inteligentes en sistemas de energía solar fotovoltaica. *Universitarios potosinos*(238), 26.
- Gonzalez, M. (2019). Inversores Inteligentes en Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. *Universitarios Potosinos*(238), 24.
- Gualan, M. (2015). Repotenciación del panel solar ubicado en el laboratorio de electrónica para utilizarlo como fuente emergente de iluminación. *recuperacion de tesis de grado*.
- Gustavo Gonzalez, J. Z. (2014). Estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna puerto roma de la isla mondragon del golfo de guayaquil, provincia del guayas. *Recuperacion de tesis de grado*., 31.

- Gustavo Gonzalez, J. Z. (2014). Estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna puerto roma de la isla mondragon del golfo de guayaquil, provincia del guayas. *Recuperacion de tesis de grado*, 31.
- Gustavo Gonzalez, J. Z. (2014). Estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna puerto roma de la isla mondragon del golfo de guayaquil, provincia del guayas. *Recuperacion de tesis de grado*, 31.
- Hernaez, C. (2015). Energía Renovables, tendencia en Ecuador. *Articulo de Tesis para el titulo de Magister en Adm. de Empresas*, 4.
- Hernaez, C. (2015). Energías Renovables Tendencia en Ecuador. *Articulo de Tesis para el titulo de Magister en Adm. de Empresas*, 4.
- Huircan, J. (03 de Diciembre de 2012). *Reguladores de voltaje*. Recuperado el 17 de Abril de 2020, de http://146.83.206.1/~jhuircan/PDF_ELECTRONICA/RegElec.pdf
- Ivan Moran, L. K. (2015). Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica de potencia y control automático. *recuperado de tesis de grado*.
- Ivan Moran, L. K. (2015). Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica de potencia y control automático. *recuperado de tesis de grado*.
- Ivan Moran, L. K. (2015). Diseño e implementación de un sistema de iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónica de potencia y control automático. *Publicacion de tesis de grado* .
- Jorge Velez, J. F. (2015). Diseño de un sistema de alumbrado público con suministro de energía solar fotovoltaica en la urbanización valle del sol Girardot-Cundinamarca. *Recuperado de monografía para título de tecnólogo electrónico*, 21.
- Julian Perez, A. G. (Julio de 2009). *definicion.de*. Recuperado el 16 de Abril de 2020, de <https://definicion.de/iluminacion/>
- Martinez, J. (2011). Evaluación económica de un sistema fotovoltaico en punta arenas con diseño de emulación de potencia suministrada por paneles solares. *recuperacion de tesis de grado*.
- Merino, J. P. (s.f.). <https://definicion.de/toma-corriente>.
- Moran, L. (2015). Diseño e Implementación de un Sistema de Iluminación fotovoltaico de respaldo para los laboratorios de electrónico de potencia y control automático. *Tesis para la obtención del título de ingeniero electrónico*.
- NAP, G. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación.
- NAP, G. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación.
- Ortiz, J. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala. *Revista Vision Electronica* , 7(1), 109.

- Pereda, I. (2005). Celdas fotovoltaicas en generacion distribuida. *Recuperado de tesis de grado*, 31.
- Pereda, I. (2005). Celdas Fotovoltaicas en Generacion Distribuida. *Recuperado de tesis de grado*, 9, 10.
- Rivas, E. (2015). Analisis de factibilidad de uso de paneles fotovoltaicos para generacion electrica en el sector residencial de la ciudad de Loja. *Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja*.
- S. Hoyos, C. F. (2017). Integracion de fuentes no convencionales de energia renovable al mercado electrico y su impacto sobre el precio. *Ingenieria y Ciencia*, 13(26), 116, 117.
- Telegrafo, D. E. (20 de Septiembre de 2009). Energias Renovables. pág. 2.
- Unidas, O. d. (2011). *Informe Anual de la ONUDI*. Viena: ONUDI. Recuperado el 06 de Abril de 2020, de https://www.unido.org/sites/default/files/2012-06/ar2011_spanishfinal_0.pdf
- Vinueza, N. (2019). El Consumo de Energias Renovables en Ecuador y Paises de la Region Andina. *Proyecto de Investigacion al Titulo de Economista*, 35,36,37.